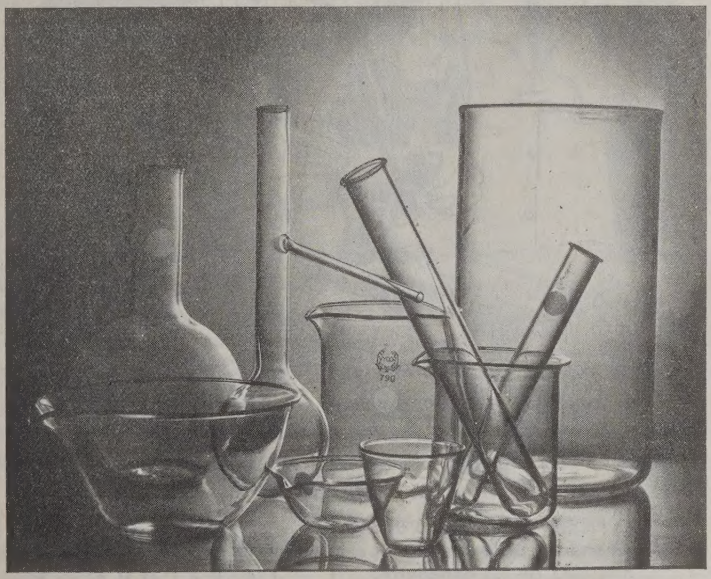
Cristalerías
RIGOLLEAU S. A.



MATERIALES EN:

VIDRIOS "PYREX" CORNING

PYREX ROJO Y VYCOR

VIDRIOS PARA TELESCOPIOS

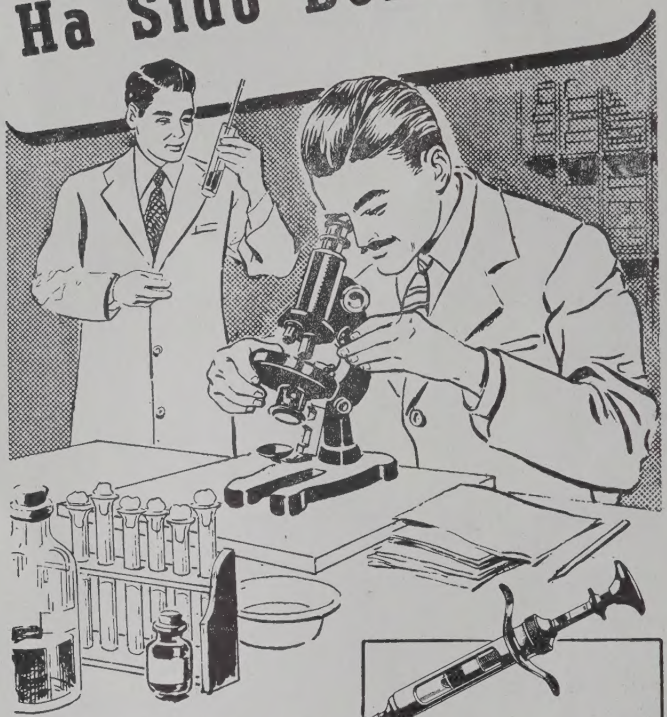
FILTROS OPTICOS

SECCION CIENTIFICA

PASEO COLON 800

T. A. 1070-1075 al 79 BUENOS AIRES

La FIEBRE AFTOSA Ha Sido Dominada!



La FIEBRE AFTOSA fué una amenaza constante para los intereses de los ganaderos. Pero ya ha sido dominada, mediante el uso oportuno de la VACUNA PREVENTIVA ANTIAFTOSA "ROSENBUSCH" INTRADERMICA, adoptada por los más importantes establecimientos ganaderos del país. Proteja Vd. también sus animales, con la VACUNA PREVENTIVA ANTIAFTOSA "ROSENBUSCH" INTRADERMICA!

VENTAJAS DE LA VACUNA *Intradérmica*

Recomendamos la vacuna **Intradérmica,** *por que es mejor por su acción más rápida y prolongada (6 meses como mínimo); su alto contenido de virus; su amplia polivalencia y pequeñas dosis (2 c. c.) que no producen reacción general.* **Es aplicable con excelentes resultados aún en animales de corta edad (terneros a destetar).**

PIDANOS FOLLETO EXPLICATIVO

$ 1.20 la dosis Este precio hace factible la protección económica de toda la hacienda. Aplicada por profesionales Veterinarios a $ 1.50 la dosis, dará la seguridad de su correcta aplicación.

EL PRESTIGIO DE ESTA MARCA GARANTIZA NUESTROS PRODUCTOS

ROSENBUSCH

INSTITUTO DE BIOLOGIA EXPERIMENTAL

Director científico: Dr. F. Rosenbusch

San José 1481 - Tel. 26 Garay 0051 - Buenos Aires

PETROGRAFIA DE LOS SUELOS DE LA PROVINCIA DE SANTA FE

PRIMERA CONTRIBUCION A SU ESTUDIO

POR EL DR.

ANTONIO S. POCOVI (1)

I. INTRODUCCION

El aporte de las observaciones resultantes de estudios relacionados con la composición mineralógica de los distintos horizontes que componen el perfil de un suelo, al par que permite ampliar su conocimiento, contribuye al esclarecimiento del concepto de su fertilidad potencial, ya que es la reserva mineral uno de los factores esenciales determinantes de aquella. Así mismo, la dilucidación de los problemas referentes a la constitución y evolución de los suelos se halla necesariamente vinculada a esta clase de observaciones.

De la revisión bibliográfica efectuada se desprende que el estudio petrográfico de los depósitos superficiales no ha sido realizado aún en nuestro país en forma sistemática y en la medida que sería de desear dada la importancia que ellos tienen en cuanto se refiere a la posibilidad de constatar por su intermedio la naturaleza de los múltiples fenómenos geológicos que han prevalecido últimamente en nuestra llanura, como ser la individualización de los agentes de transporte, el conocimiento del origen y procedencia de los materiales, los distintos ambientes reinantes durante la deposición de los sedimentos, etc.

Es sabido que la petrografía tiene como fin primordial investigar la ubicación, estructura, formación y grado de alteración que presentan los componentes minerales de una roca: granito, sienita, areniscas, loess, etc. La observación de que la composición minera-

(1) Encargado de la Sección Geología y Mineralogía del Departamento de Química Agrícola y Edafología del Instituto Experimental de Investigación y Fomento Agrícola Ganadero, Santa Fe.

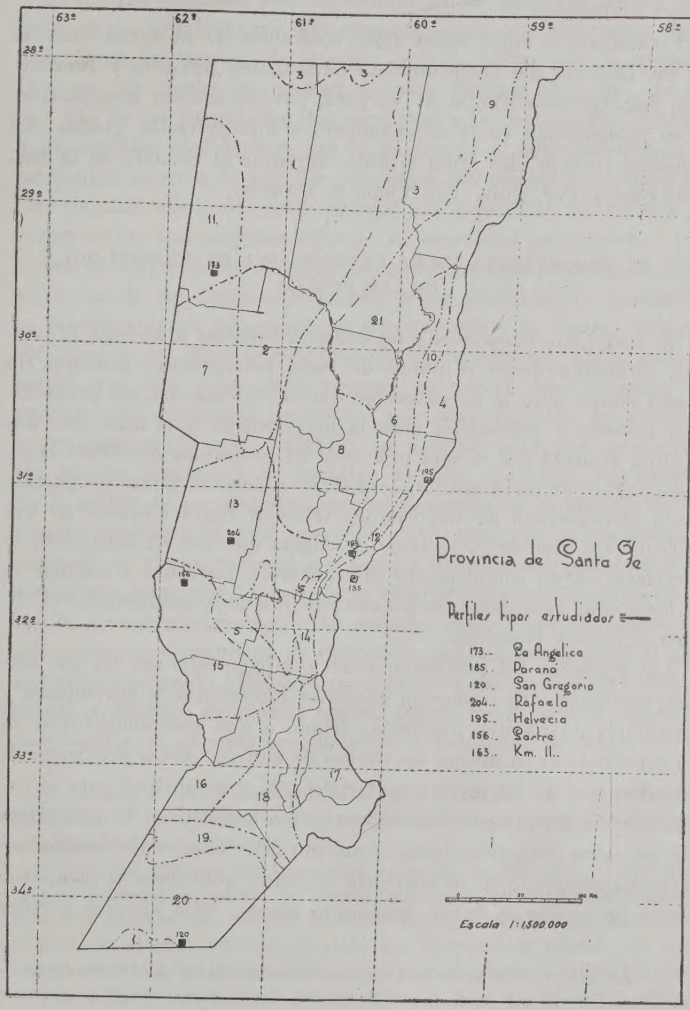
lógica de los distintos horizontes de un suelo varía fundamentalmente en lo que respecta a la proporción relativa de las fracciones « pesada » y « liviana », como así también en el porcentaje que presentan en cada una de ellas los minerales constituyentes, unida a la diferenciación entre horizontes que surge del examen del perfil en campaña y de los resultados de los análisis químico y granulométrico, nos ha conducido a considerar, para este estudio, cada horizonte como una roca. Para nuestra primera contribución al conocimiento de la petrografía de los suelos de la provincia de Santa Fe se ha considerado conveniente iniciar el trabajo sobre los perfiles tipos Nº 173, zona 11 (ver cuadro y mapa de página 523) « La Angélica »; Nº 185, « Paraná »; Nº 120, zona 20, « San Gregorio »;

Características de las zonas correspondientes a los suelos tipos de la provincia de Santa Fe (3)

Zona	Tipo de suelo	Tipo de agua	Nivel freático
1	Limo loéssico madurado	Dulce	0,70 m
2	Loess conglomerádico fino salado	Salina	2,50 »
3	Limo madurado	Salada	7,00 »
4	Médanos madurados	Dulce	7,00 »
5	Limo loessoide reciente alcalino	Alcalina	0,70 »
6	Ambiente de isla madurado	Variable	6,00 »
7	Loess madurado	—	8,00 »
8	Limo loessoide alcalino	Alcalina	6,00 »
9	» arenoso madurado	Dulce	7,00 »
10	Albardón madurado	»	7,00 »
11	Loess normal alcalino	Alcalina	1,90 »
12	Lecho de inundación madurado	Salada	6,00 »
13	Loess madurado	Yesosa	9,00 »
14	» »	Alcalina	14,00 »
15	» occidental remadurado	Salina	2,60 »
16	» limoso madurado	Dulce	5-6 »
17	» madurado	»	2,80 »
18	» remadurado, en mayor grado en la parte superior	Dulce-alcalina	1,90 »
19	Médano cordobense premaduro	Dulce	2,80 »
20	» » »	»	4,00 »
21	Limo loéssico madurado	Dulce-alcalina	4,50 »

(3) « Suelos tipos de la provincia de Santa Fe ». Púb. Téc. Nº 52, del Instituto Experimental de Investigación y Fomento Agrícola Ganadero, Santa Fe, pág. 5, 1944.

Nº 204, zona 13, « Rafaela »; Nº 195, zona 4, « Helvecia »; Nº 156, zona 15, « Sastre »; y Nº 163, zona 12, « Kilómetro 11 ».



Los primeros resultados y conclusiones generales que se dan en la presente publicación se complementarán con ulteriores investiga-

ciones sobre éstos y los restantes perfiles tipos de la Provincia, con objeto de reunir mayores informaciones para la preparación del mapa edafológico.

Finalmente el autor desea dejar constancia de su agradecimiento al Sr. Director del Departamento de Química Agrícola y Edafología, Ing. Químico Emilio A. Vergara, por sus críticas constructivas y su colaboración en el ordenamiento e interpretación gráfica del presente trabajo. En igual sentido, agradece al Sr. Jefe de la Sección Suelos, Per. Quím. don Víctor S. Nicollier.

II. IMPORTANCIA DE LA PETROGRAFIA EN EL ESTUDIO DE LOS SUELOS

El suelo, que proporciona las grandes riquezas a nuestra provincia, estudiado desde el punto de vista petrográfico, presenta un vasto campo para la investigación que se vincula con sus propiedades actuales y potenciales para la agricultura; y si bien esta disciplina dilucida por sí sola una serie de problemas de difícil esclarecimiento por otros medios, constituye además el punto de partida para el desarrollo de importantes trabajos cuyos alcances no son difíciles de preveer, si se tiene en cuenta que por su naturaleza se convierte en un complemento indispensable destinado a ampliar la información procedente de los análisis químicos, granulométrico, físico-químico y biológico.

Los depósitos del pampeano y del postpampeano son los que más que cualquier otra formación geológica interesan a la agricultura y ganadería de nuestra provincia, debido a que ellos constituyen en la superficie de la misma las tierras de cultivo. Estas provienen de la alteración de las rocas superficiales (4), y su aptitud para el desarrollo de las plantas depende en parte también de la naturaleza de las capas geológicas inmediatamente inferiores. « En ningún caso se ha observado en la provincia depósitos anteriores al pampeano sobre los cuales se hayan madurado suelos. Sólo algunos perfiles

(4) Aunque el suelo no es una formación sedimentaria sino el resultado de la alteración de las partículas minerales de un material original unidas a una población microbiana y a una cierta cantidad de materia orgánica que ha resultado de la descomposición de animales y vegetales, el estudio de los constituyentes minerales se realiza mediante la técnica petrográfica.

de barrancas permiten sospechar que los cursos de agua actuales hayan puesto de manifiesto horizontes prepampeanos » (5).

El criterio adoptado para el estudio de los minerales de los suelos es el de considerar que las propiedades de que estos están dotados varían en función del tiempo bajo la influencia de diversos factores ambientales de carácter químico, físico y biológico; de ahí que una de las finalidades que competen a la petrografía, aplicada a los estudios edafológicos, sea la de tender al conocimiento de la intensidad relativa de aquellas complejas influencias como para poder abordar sobre esta base esencial los problemas relativos a su conservación o al mejoramiento de su capacidad productiva.

Con el auxilio de los estudios petrográficos, que permiten la identificación de los distintos minerales y sus productos de alteración, es posible obtener informaciones directas sobre la reserva mineral del suelo y con ello cooperar no sólo al conocimiento de la aptitud actual que éste posee para reponer en forma más o menos inmediata los elementos químicos que los vegetales le sustraen continuamente (6); sino también su aptitud potencial, consecuencia de un desarrollo de carácter mediato que está en función de la acción de los distintos agentes naturales en el decurso de un tiempo aproximadamente previsible. Además, por la presencia o ausencia de ciertos minerales y por las inclusiones y caracteres externos que éstos revelen es posible obtener indicaciones valiosas sobre la procedencia geológica del material suelo, como así mismo llegar a conocer el ambiente de deposición del sedimento sobre el cual aquel ha madurado. Estos estudios pueden así alcanzar un interés actual y práctico de primer orden, aparte de su interés científico permanente, en el esclarecimiento de la formación del suelo (7).

(5) Gollan, J. (h) y Lachaga, D. — « Estudio de los suelos en campaña », Pub. Técn. Nº 1, del Instituto Experimental de Investigación y Fomento Agrícola Ganadero, Santa Fe, 1936.

(6) « Si nos situamos con la sencillez de la ley de restitución — dice Albareda — podremos considerar la cosecha como una sustracción de elementos nutritivos que hay que devolver al suelo. Eso hace el abonado. Pero frente al gasto de material nutritivo del suelo, que representa la cosecha, hay algún ingreso distinto a los abonos, porque aunque no se abone la producción no se extingue. El suelo moviliza la reserva arena, la pone en circulación cambiándola en material disperso, y por eso no se anula la producción ». Pág. 168. Madrid, 1940.

(7) Ver Albareda, J. M. — « El suelo ». Pág. 170. Madrid, 1940.

Del estudio de algunos perfiles tipos es posible deducir, en líneas generales, por ejemplo, que la proporción de minerals pesados disminuye paulatinamente desde el límite con la provincia de Córdoba hacia la zona de inundación de la costa del río Paraná, donde la proporción de minerales de peso específico elevado es prácticamente nula. Aquellos constituyen los suelos más ricos de nuestra provincia (ver perfiles « Rafaela », Sastre » y « Angélica »), mientras que los correspondientes a la zona de inundación del río Paraná son los más pobres (ver perfil « Helvecia »), considerados desde el punto de vista de la petrografía. El tamaño de las partículas y la proporción de minerales ricos en elementos nutritivos para los vegetales, ejerce una influencia considerable sobre el grado de fertilidad de los suelos, debiéndose destacar el hecho conocido (8) de que a medida que aumenta el tamaño de los granos disminuye el contenido en minerales pesados (9).

Petrográficamente será posible establecer si la deficiencia de los principales elementos nutritivos que puede presentar un suelo es o no una consecuencia de la lentitud de los procesos edáficos sobre la reserva mineral que los posee y de la cual aún no han sido movilizados. Suelos ricos desde el punto de vista petrográfico pueden resultar pobres desde el punto de vista químico, presentando generalmente signos evidentes de carencia en determinados compuestos en la población vegetal y animal que sobre ellos se desarrolla.

Es necesario destacar que suelos de igual origen petrográfico (graníticos, gnéisicos, etc.) desarrollados sobre una misma formación geológica (postpampeana, pampeana, etc.) que presentan en conjunto originariamente caracteres más o menos similares, al actuar posteriormente, de manera activa los factores climatéricos, con-

(8) Russell, D. R. — « The Size Distribution of Minerals in Mississippi River Sands », *Jour. Sed. Petrol.*, *6*, 3, pág. 125-42, 1936.

(9) Nuestros suelos, generados sobre rocas sedimentarias elásticas friables están constituídos por granos extremadamente finos, como lo atestiguan los datos de análisis granulométrico, no presentándose en ningún caso granos mayores de 2000 micrones en el primer horizonte. Las partículas con un tamaño que varía de 200 a 2000 micrones correspondientes a la fracción arena gruesa, sólo por excepción aparecen en una proporción mayor al 1 % en los suelos de la provincia ubicados al oeste del meridiano 61. El porcentaje de esta fracción aumenta hacia el noreste, a medida que nos acercamos al antiguo lecho de inundación del río Paraná. Esto se encuentra vinculado con la proporción de minerales « pesados » puesto que tienden a disminuir hacia el noreste.

tinua y prolongadamente en una zona dada, modifican intensamente y en tal forma las propiedades físicas y químicas de la roca madre que permiten el desarrollo de ciertos caracteres diferenciales dándonos determinadas categorías de suelos. Así en nuestra Provincia, algunos tipos de suelos, madurados sobre una misma roca madre (loess) presentan a veces un horizonte de acumulación de carbonato de calcio y otras veces no lo presentan. Sobre el pampeano, por ejemplo, se forman las tierras negras, y los suelos madurados sobre esta formación geológica poseen invariablemente un horizonte de acumulación de aquel compuesto. La razón de esto estaría dada por la descomposición, en la capa superior, de ciertos minerales como la hornblenda, la augita, la andesina, la apatita, etc., que determinaría en parte, por ulteriores reacciones del calcio que ellos contienen, las pequeñas acumulaciones de carbonato de este elemento en el horizonte inferior. La ausencia de este horizonte de carbonato en el suelo podría atribuirse a que el porcentaje de los citados minerales en la capa superficial es muy bajo o prácticamente nulo, no faltando la posibilidad de que se presenten, por el contrario, en cantidad, pero sin ningún indicio de alteración, lo cual denunciaría que los agentes climatéricos no han producido aún la desintegración capaz de permitir tal proceso.

En general es conocido el hecho de que las leguminosas prosperan favorablemente en los suelos que contienen una relativa abundancia de calcio, predominando en cambio las gramíneas donde tal elemento escasea notablemente. En lo referente al tipo de vegetación, debe hacerse notar que presenta, en igualdad de otras condiciones, variaciones apreciables de una zona a otra, a pesar de que los suelos estén relacionados fisiográficamente y en el mismo estado edafológico, pudiéndose suponer que estas diferencias sean debidas a la presencia de minerales característicos. Los estudios petrográficos, unidos a los de carácter químico y físico, podrían permitir así la individualización de asociaciones vegetales en base a los caracteres de los minerales de los suelos sobre las cuales se han desarrollado.

El proceso de maduración de los suelos se manifiesta, entre otras cosas, por el avanzado grado de descomposición de los minerales del horizonte eluvial producido por los agentes climatéricos, no mostrando éstos la misma actividad sobre los minerales de la roca madre, que están indudablemente más protegidos. Y en efecto, el pre-

sente trabajo prueba que sobre una misma cantidad de granos minerales correspondientes a suelos maduros, el porcentaje de los que se presentan descompuestos es siempre mayor en el horizonte superficial que en los restantes, contrastando este hecho con lo manifestado por Russell ([10]): « Las partículas del suelo superficial que han estado expuestas a la acción del tiempo desde que se formó éste y aún a cientos de años de cultivos después, se diferencian escasamente de las del subsuelo que han estado protegidas de todo cambio ».

Cuanto mayor sea el grado de alteración que muestren los granos minerales, mayor será el valor agrícola que podamos asignar al suelo. En las zonas húmedas el grado de desintegración de los minerales es mayor que en las zonas secas; de ahí que los suelos de estas últimas regiones, mineralógicamente ricos, resulten casi siempre de escasa fertilidad. El déficit con que actúa el agente hídrico natural en las zonas áridas o semiáridas no permite a los procesos de edafización actuar con la intensidad necesaria para incrementar su valor agrícola, pero es posible, y en este sentido existen antecedentes ([11]), mejorar esos suelos mediante compensación artificial por irrigación.

El concepto de la fertilidad actual de un suelo y su persistencia en el futuro puede ser precisado en forma más ajustada a la realidad con la concurrencia de los conocimientos que se derivan de los estudios petrográficos relacionados con las observaciones de campaña y los de carácter físico y químico. Si, por ejemplo, un suelo está provisto de minerales como *ortosa, microlino, biotita, muscovita,* y ha madurado en un ambiente húmedo, se lo podrá considerar rico en reserva mineral de potasio, pues este elemento se presenta en cantidad en los minerales citados. Si en las partículas constitutivas de un suelo, evolucionando en las mismas condiciones apuntadas, se presentan todos los minerales considerados ricos desde el punto de vista agrícola, con excepción de los minerales fosfatados, se lo considerará pobre en reserva mineral de fósforo. Y a pesar de que el análisis químico revele en este caso una abundancia actual del citado elemento, se podrá afirmar que ésta es de ca-

([10]) Russell, J. E. — Soil Conditions and Plant Growth », pág. 150 y siguientes, New York, 1932.

([11]) Lachaga, D. — « Algo sobre suelos y aguas en el Valle del Concarán », *Pub. Téc.* Nº 22, del Inst. Exp. de Inv. y Fom. Agr. Gan., Santa Fe, 1941.

rácter precario y prever en consecuencia, con objeto de evitar una desfertilización progresiva, la posibilidad de aplicar abonadura fosfórica dentro de un tiempo no difícil de determinar en base al déficit de fósforo que produzcan los cultivos sobre una determinada área.

No cabe duda que un suelo constituído por *feldespatos, mica, anfíboles, piroxenos,* etc., y madurado en condiciones favorables es de una fertilidad mayor que el integrado solamente por un mineral pobre, como ser el cuarzo.

En los suelos maduros, cultivados, debido a las continuas remociones o movimientos a que están sometidos por diversas acciones, los minerales se desmenuzan y alteran químicamente, siendo llevado el producto de estos efectos, ya sea por arrastre, por disolución, etc., al horizonte inmediatamente inferior, donde se acumulan en proporción mayor que en el horizonte superficial, presentando a la vez un tamaño más reducido las partículas insolubles (12).

Los cultivos continuados sobre una misma zona tienden pues a empobrecer los minerales del horizonte laborable, por pérdida de sus principales constituyentes químicos; y si a esto se une la sostenida utilización por las plantas de las substancias nutritivas, producto de la alteración de aquéllos, fácil es inducir una declinación progresiva de la fertilidad, y la importancia de los estudios petrográficos contribuyendo a la consideración de este importante problema.

III. MINERALES QUE SE PRESENTAN EN LOS SUELOS

Generalidades. — Suelos de distinta composición mineralógica desarrollados en iguales condiciones ambientales son muy diferentes en lo que respecta a su grado de fertilidad, lo mismo que suelos de idéntica composición mineralógica pero desarrollados en condiciones desiguales. Los minerales sufren modificaciones de intensidad variable según el clima de la región considerada y así es como los que son prácticamente inalterables en zonas frías pueden ser fácilmente alterados en climas tropicales. Los minerales constitutivos de los suelos que contienen una notable reserva de elementos fertilizantes suministrarán muy poca cantidad de éstos en forma aprovechable por las plantas si la acción de los agentes edáficos es tan débil

(12) Ver *Pub. Téc.* Nº 15 y 52, del Inst. Exp. de Inv., Santa Fe.

que no permite una relativa intensidad en su alteración tanto física como química. En cambio minerales más pobres, pero con mayor grado de alteración, pueden aportar una cantidad mayor de substancias nutritivas en condiciones edáficas favorables.

Para la estimación de la reserva mineral, dice Theoduretto de Camargo ([13]), es suficiente la determinación cuantitativa aproximada de una serie bastante limitada de minerales. Solamente tienen valor aquellos que poseen cantidades apreciables de substancias nutritivas para los vegetales, o bien aquellos que al descomponerse pueden suministrar productos nocivos a los mismos.

Más adelante pasaremos revista a los minerales que por su valor como fuente de productos asimilables interesan principalmente, y a los que por la proporción en que se encuentran en el suelo desempeñan un papel físico importante en la estructura de las tierras de labranza, pero previamente para su consideración general, los clasificaremos en minerales livianos y pesados, según que su peso específico sea mayor o menor que el del bromoformo (p. e. 2,80), líquido utilizado para separar las fracciones de igual designación. Debe destacarse que la separación en fracciones se efectúa sobre muestras de minerales cuyo tamaño es como mínimo de 53 micrones (ver pág. 544) y que han resistido los efectos del tratamiento previo al análisis granulométrico, descartándose por consecuencia los carbonatos, minerales fosfatados, etc., que se destruyen.

Por su composición y proporción relativa los principales minerales que contribuyen a la fertilidad de los suelos pueden ordenarse en la forma siguiente:

Minerales ricos	Minerales medianos	Minerales pobres
Biotita	Anfíboles	Cuarzo
Muscovita	Piroxenos	Rutilo
Ortoclasa	Vid. volcánicos	Zirconio
Microclino	Olivina	Anatasa
Plagioclasas	Magnetita	Granate
Apatita (inclusión)	Epídoto	Leucoxeno

La naturaleza de las transformaciones a que están sujetas las partículas minerales constituyentes de los suelos se hallan rela-

([13]) CAMARGO, TH. DE. — « Analyse de Solos », II (Analyse Mineralogica, *Bol. Téc.* Nº 31, Inst. Agron., Campinas, pág. 5, 1937).

cionadas con la reacción de éstos, con el agua del suelo, con el tipo de vegetación, etc.

La composición petrográfica de los suelos, estudiada en comparación con el valor pH de los mismos, nos permite pensar que cuando aquéllos contienen gran cantidad de *vidrios volcánicos* y *cuarzo* tienen reacción ácida, en tanto que existe tendencia a la reacción alcalina cuando los suelos son ricos en *anfíboles, piroxenos, feldespatos cálcicos,* etc.

Comúnmente la salinización del agua de los suelos se debe a la descomposición de los minerales insolubles y también a la disolución de las sales existentes. La primera acción, en la que interviene preponderantemente el agua de lluvia, consiste en: 1) movilización del calcio en forma de bicarbonato; 2) ataque a los alúminos-silicatos. En el caso de los sedimentos loessoides, por ejemplo, por ser dominantemente alcalinos, las aguas que percolan se enriquecen en carbonatos de este tipo.

En cuanto al tipo de vegetación ya se ha hablado de ello en página 527.

A. - Minerales livianos

1. *Cuarzo.* — Presenta gran resistencia a la destrucción mecánica y al ataque químico, y a pesar de que no es un elemento de fertilidad, tiene gran influencia sobre las propiedades físicas del suelo, al que comunica condiciones de porosidad o permeabilidad de acuerdo a su grado de finura.

Es el mineral más común de las fracciones arena fina y gruesa (20 a 2000 micrones) llegando a veces a constituir el 80 por ciento de la composición total de la fracción liviana (14). «Debido a su inalterabilidad, se acumula como residuo en los suelos viejos que han perdido la mayor parte de sus compuestos atacables y que por esta razón son ordinariamente suelos pobres» (15).

La forma de los granos es variable en sedimentos distintos; a veces completamente redondeados como suele observarse en los limos, o bien de formas angulosas e irregulares como se presenta generalmente en los depósitos de origen eólico. A pesar de su gran

(14) En el perfil «Helvecia» de nuestra provincia, del que se dan los datos de los constituyentes minerales más adelante, desarrollados sobre arenas fluviales, el cuarzo constituye el 99,5 % de la fracción liviana.

(15) Erhart, H. — «Traité de Pedologie» I, pág. 37, París, 1935.

dureza (D = 7) nunca se lo encuentra en los suelos como mineral perfectamente desarrollado, en pirámides o bipirámides exagonales, pues estas formas se han destruído durante el transporte.

Las inclusiones características que contienen el *cuarzo* pueden ser sólidas, líquidas o gaseosas. La *apatita*, el *zirconio*, la *turmalina*, el *rutilo*, el *epídoto*, la *actinolita*, etc., son las más frecuentes entre las primeras, mientras que el agua y el anhídrido carbónico lo son entre las segundas respectivamente. Estas substancias incluídas son difícilmente puestas en libertad, pues el continente es prácticamente inatacable, y de ahí la escasa importancia de este mineral como fuente de materias fertilizantes. Las inclusiones de agujas de *rutilo* o de *zirconio* aparecen de color negro en las observaciones microscópicas debido a la gran diferencia entre el índice de refracción del cuarzo (n = 1,544) y el de aquellos (n = 2,75 y 1,96 respectivamente).

Las inclusiones gaseosas se distinguen por su borde ancho y obscuro y las inclusiones líquidas por presentar un borde fino. El número de estas inclusiones, que a veces se disponen en serie, puede ser grande, aunque su tamaño es tan reducido que sólo se las puede observar utilizando objetivo de gran aumento.

Los granos de *cuarzo* de aspecto lechoso, transparentes, se identifican fácilmente por la ausencia de clivaje, por su índice de refracción variable entre el del eugenol (n = 1,541) y el del nitrobenceno (n = 1,551) y sus restantes características ópticas.

El *cuarzo* presente en los suelos puede tener su origen en rocas eruptivas pero ácidas por excelencia, como ser granito, diorita cuarcífera, etc., o bien en rocas metamórficas y sedimentarias: gneiss, cuarcita, areniscas, etc.

2. *Vidrios volcánicos* [16]. — El *vidrio* es parte del magma que ha solidificado al estado amorfo.

[16] En la constitución de nuestros suelos madurados tanto sobre sedimentos loéssicos como límicos, el material de las efusiones volcánicas tiene una importante participación. Las efusiones de ceniza que tuvieron una intensa actividad desde el terciario hasta el presente, cubrieron prácticamente nuestra llanura. El material de las cenizas mezclado con el procedente de los conos de deyección, constituye casi en su totalidad la roca madre de los suelos de la provincia, no siendo posible precisar con exactitud la procedencia de los vidrios volcánicos ácidos de sus perfiles. Probablemente tengan su origen en las efusiones de la región cordillerana o de las sierras de Pocho.

Generalmente abundante en los suelos, son ricos en materias fertilizantes, y aunque resistentes a la alteración química, son fácilmnte reducidos a partículas microscópicas, debido a su fragilidad. La importancia de este mineral para la agricultura es pequeña, porque su descomposición resulta extremadamente lenta aun en climas tropicales ([17]).

Los suelos formados a expensas de vidrios ácidos, dice Erhart ([18]), muestran casi siempre en los análisis químicos una importante reserva de elementos fertilizantes, pero se trata de un capital inmóvil que vale poco más que el cuarzo. Es necesario ser muy prudente al iniciar los trabajos de cultivo en un terreno virgen de esta naturaleza. Los rendimientos bajan rápidamente después de algunas buenas cosechas.

En cambio, las reservas fertilizantes de los vidrios básicos, se movilizan rápidamente y luego de complicados procesos químicos pasan al estado soluble en condiciones de asimilabilidad para las plantas.

En lo que respecta a su composición química media no pueden darse datos seguros, ya que los porcentajes de calcio, potasio y magnesio que contienen varían notablemente.

Se reconocen fácilmente al microscopio por sus formas agudas, su baja refrigerancia muy semejante a la del toluol ($n = 1{,}496$), su ausencia de clivaje y su isotropía. La refringencia aumenta al disminuir el contenido de sílice. Su peso específico varía de 2,2 a 2,7 y su alteración produce comúnmente los minerales montmorillonita, beidelita y otros.

3. *Feldespatos.* — Se hallan distribuídos en todos los tipos de suelos y entre los minerales que se presentan en la fracción liviana son los de mayor valor desde el punto de vista agrícola, pues propor-

([17]) Con relación a la actividad eruptiva que se manifestó en abril del año 1932 en los volcanes del grupo del Descabezado de la cordillera andina, se recordará la lluvia de cenizas que cubrió como un delgado manto parte del continente americano, llegando a afectar la agricultura y ganadería de nuestra provincia. Varios hombres de ciencia han emitido sus opiniones sobre la influencia de estas cenizas en la vida vegetal y animal. Gollan, J. (h), « Diario El Litoral » 14/4/32, Santa Fe. Pastore, F., « Diario La Nación » 12/4/32, Buenos Aires.

([18]) Erhart, H. — « Traité de Pédologie », I, pág. 38, París, 1935.

cionan una cantidad relativamente abundante de potasio, sodio y también calcio, aunque este último elemento en menor grado.

Los principales feldespatos son: la *ortoclasa* y el *microlino* (SiO_3AlK), la *albita* (Si_3O_8AlNa) y la *anortita* ($Si_2O_8Al_2Ca$), constituyendo estas dos últimas los términos extremos de las plagioclasas. Los cristales de ortoclasa y microclino contienen generalmente de 2 a 7 por ciento de Na_2O. Las moléculas de albita y anortita se mezclan en cualquier proporción pudiendo formar los minerales *oligoclasa, andesina, labradorita* y *bitowinita,* los cuales contienen a veces hasta un 3 por ciento de K_2O.

La importancia de estos minerales depende del grado de alteración que hayan experimentado y de su composición química.

Dana ([19]), al referirse a la alteración que sufren los feldespatos en la naturaleza, dice lo siguiente: « El feldespato puede alterarse por la acción de la infiltración de aguas que contienen una mayor o menor proporción de anhídrido carbónico disuelto; también por influencia de aguas acidificadas por descomposición de sulfuros y por aguas ordinarias que llevan en solución vestigios de álcalis u otras substancias.

Generalmente la transformación comienza debido a la presencia de sulfuro de hierro o de un mineral que contiene protóxido de hierro como ser mica, granate, etc. La descomposición del mineral, con la consiguiente oxidación del hierro, distribuye aguas ferruginosas a través de la roca (sulfato ferroso del sulfuro alterado), de modo que con esa descomposición se prepara el camino para otras acciones.

Cuando las aguas de infiltración contienen vestigios de anhídrido carbónico, si el feldespato sobre el cual actúan es cálcico, pierde primero su calcio por combinación con dicho ácido. Luego, si continúa el aporte de anhídrido carbónico, pierde los álcalis como carbonatos o de lo contrario como silicatos solubles. Esa transformación llega finalmente a formar caolín o algún otro silicato alumínico. Los carbonatos de sodio y potasio (o silicatos de estas bases) pueden llevar a la formación de otros minerales (producción de variedades pseudomórficas o metamórficas) y aportan sus componentes salinos a las aguas dulces o de mar. Cuando la transforma-

([19]) Dana, J. E. y Dana, E. S. — « A system of mineralogy », 6ª Ed., pág. 320, New York, 1920.

ción no llega a eliminar los protóxidos de las bases, pueden resultar ciertas zeolitas; especialmente, como dice Bischof, cuando el feldespato que se altera es la labradorita, variedad que él describe como la que da origen a la variedad mesolita. La nefelina o eleolita, masivas, son una fuente aún más común de zeolitas. Cuando las aguas contienen vestigios de una sal de magnesio (bicarbonato o silicato), la magnesia puede reemplazar a la cal o la soda llevando así a una forma esteatítica o al talco, cuando se excluye la alúmina; y cuando hay augita y hornblenda pueden dar clorita.

La acción del ácido sulfuroso de las fumarolas produce generalmente una destrucción completa del feldespato y otros minerales presentes, dando depósitos o incrustaciones de sílice en algunas de sus distintas formas y también haloisita, caolín, etc.

Se encuentran también en el suelo, como pseudomorfos, después de la ortoclasa o la albita, la esteatita, talco, clorita, caolín, litomargo, mica y laumontita; muchas veces aquellos dos feldespatos son reemplazados por la casiterita y la calcita por un proceso de solución y sustitución. La labradorita forma caolín ya mucho menos frecuentemente. Los feldespatos triclínicos cálcico-sódicos son alterados a veces dando saussurita y también escapolita».

a) *Ortoclasa.* — Ordinariamente presenta tonos anaranjados, blancuzcos o incoloros y difícilmente se la encuentra al estado fresco o intacta. En los suelos se presenta en una forma semejante a la de los granos de cuarzo que acompaña, pero como su dureza es algo menor (D = 6 a 6,5), se desgasta con mayor intensidad que aquél. Las maclas de Karlsbad, tan características, no se observan en todos los granos. Es difícil su reconocimiento en los suelos aluvionales, pues los cristales, que han sufrido un largo transporte por el agua, se presentan como columnitas o tablillas más o menos redondeadas necesitándose un detenido examen para su individualización.

La alteración de las *ortoclasas* es mayor en los suelos madurados en ambientes húmedos y cuando el transporte ha sido realizado por el agua.

El *microclino*, de composición química semejante a la de la *ortoclasa*, se identifica fácilmente al microscopio por su baja refringencia y por sus maclas polisintéticas entrecruzadas en forma de

red. A continuación se da la composición química media de la ortoclasa y del microclino:

	Ortoclasa %	Microclino %
SiO_2	65,0	64,0
Al_2O_3	19,0	19,0
OCa	1,5	—
OK_2	13,0	14,0
ONa_2	1,5	2,5

Como se observa, estos minerales poseen un contenido de K_2O elevado y son los que pueden proporcionar al suelo tal compuesto en mayor cantidad.

b) *Plagioclasas.* — Los miembros extremos puros de este grupo son la *albita* y la *anortita*, resultando de su mezcla la *oligoclasa*, la *andesina*, la *labradorita* y la *bitowinita*. El peso específico, el estado de alteración, la solubilización por ataque ácido, el índice de refracción, etc., aumentan conjuntamente con la proporción de anortita, existiendo al mismo tiempo una disminución del contenido en sílice. La composición química media de las plagioclasas se muestra en el cuadro siguiente:

	Albita %	Oligoclasa %	Andesina %	Labradorita %	Bitowinita %	Anortita %
SiO_2	68,5	63,5	58,5	53,5	46,5	43,5
Al_2O	19,5	23,0	26,0	31,0	34,5	36,5
CaO	0,5	3,5	8,0	10,5	16,0	19,5
Na_2O	11,0	8,5	6,5	4,5	2,5	—
K_2O	0,5	1,5	1,0	0,5	0,5	0,5

Vemos pues que las plagioclasas pueden proporcionar una cantidad relativamente importante de calcio, elemento indispensable para la vida de las plantas, acompañado de una pequeña cantidad de potasio.

B. - Minerales pesados

1. *Micas.* — La biotita, y también, aunque en menor grado la muscovita, son otros constituyentes esenciales de algunos suelos, especialmente aquellos de origen límico; pero se encuentran también en cantidad en perfiles de suelos madurados sobre material loéssico. Algunos granos se presentan frescos, sin indicios de alteración, mientras que otros se hallan en un grado de descomposición que puede ser muy variable. Entre las micas, las dos de mayor importancia son la biotita o mica ferromagnesiana y la muscovita, mica blanca o mica potásica.

La *biotita* $(SiO_4)_3Al_2(Mg,Fe)_2(K,H)_2$ generalmente se encuentra en vías de descomposición por substitución o pérdida de algunos de sus elementos, aunque pueden hallarse también láminas no alteradas.

En los suelos se la encuentra siempre en laminillas basales, rodeada a veces por una zona de color más claro (clorita) debido a la pérdida de óxido de hierro o de álcali. Según los análisis recopilados por Dana [20], este mineral contiene una proporción de óxido de hierro que varía de 5 a 19 por ciento, explicando así su alterabilidad mayor que la de la muscovita en la cual por lo común el porcentaje de hierro total no llega al 2 por ciento.

Puede presumirse que los suelos que contienen abundante biotita son de elevada fertilidad, pues este mineral posee generalmente más del 8 por ciento de K_2O además de inclusiones de apatita, mineral rico en fósforo. Las alteraciones que muestra la biotita varían de un suelo a otro. En los países de clima templado se presenta generalmente pura y la descomposición que puede sufrir tiene lugar con suma lentitud. Pero en los países de clima cálido, tropicales, la biotita se encuentra en un estado avanzado de descomposición, tomando las láminas un color blancuzco que comienza por los bordes y se extiende por toda la superficie del mineral; perdiendo su cohesión y reduciéndose a un polvo amorfo. De aquí que los suelos más fértiles de los trópicos sean aquellos que poseen un elevado porcentaje de biotita.

[20] Dana, J. E. y Dana, E. S. — « A system of mineralogy », pág. 611, New York, 1920.

La descomposición de este mineral conduce a suelos relativamente ricos en magnesio, hierro y potasio, pero casi totalmente desprovistos de calcio.

La composición media de la biotita y de la muscovita, deducida de los análisis recopilados por Dana ([20]), es la siguiente:

	Biotita p. e. = 3,0	Muscovita p. e. = 2,859
SiO_2	37,50 %	47,00 %
Al_2O_3	19,00 »	36,50 »
Fe_2O_3	6,00 »	0,50 »
FeO	15,00 »	1,00 »
MgO	9,50 »	0,20 »
CaO	—	—
K_2O	9,00 »	10,00 »
Na_2O	2,00 »	0,30 »
H_2O	2,00 »	4,00 »
F	Vest.	0,50 »

La *muscovita* o *mica blanca*, $6SiO_2.Al_2O_3.(Na,K)_2O_3.2H_2O$, es también un mineral de gran importancia en el suelo, sobre todo cuando se encuentra en vía de descomposición, pues suministra potasio, sodio, etc. Aunque este mineral se altera con cierta dificultad aun en las condiciones de los trópicos donde se han encontrado ejemplares prácticamente intactos, su alto porcentaje de K_2O, variable de 8 a 11 por ciento según los análisis suministrados por varios autores, hace que se le atribuya la importancia señalada. La razón de su resistencia a la alteración se debería a que es muy pequeño su contenido de óxidos de hierro; los cuales, según sabemos, aumentan la alterabilidad de un mineral cuando mayor es su proporción. A veces, dice Milner ([21]), se encuentran en un sedimento dos variedades diferentes de muscovita, una liviana y otra pesada con respecto al bromoformo cuyo peso específico es 2,8. En estas circunstancias conviene un examen óptico de los granos, y aún a pesar de ello, en el caso de las laminillas más pesadas, puede llegarse a sospechar que se trata de una biotita lavada o agotada.

([21]) MILNER, H. B. — « Sedimentary Petrography », 3ª Ed., pág. 317, Londres, 1940.

Tanto la biotita como la muscovita que se encuentran en los suelos tienen su origen, posiblemente, en rocas ígneas y metamórficas.

2. *Anfíboles y piroxenos.* — Estos minerales, de composición muy semejante, son metasilicatos de la forma SiO_3R, en que R es principalmente Ca, Mg y Fe, con el agregado de Mn, Na, K e H_2 en el caso de los anfíboles y de Mn y Zn en el caso de los piroxenos. La composición química de ambos grupos se completa con otras combinaciones silicatadas de Fe y Al. Los anfíboles y piroxenos se hallan muy distribuídos en nuestros suelos estando generalmente acompañados de magnetita. Su forma de alteración es también muy semejante. En general, ambos minerales se presentan preferentemente en sedimentos cercanos a los centros volcánicos.

a) *Anfíboles.* — El que aparece con mayor frecuencia en los suelos es la hornblenda, que se caracteriza por su figura biáxica negativa, por su índice muy semejante al de la alfa-monobromonaftalina y por su ángulo de extinción variable entre 15 y 20 grados.

A pesar de no tener aparentemente la importancia de las micas y de los feldespatos debido a su alteración más lenta, es capaz de dar suelos de elevada fertilidad por su riqueza en calcio y en magnesio, sobre todo cuando se encuentra acompañada de biotita, augita, etc. Puede tomarse como composición química media de la hornblenda la siguiente:

SiO_2	41,0 %
Al_2O_3	14,5 »
Fe_2O_3	6,5 »
FeO	8,0 »
MgO	14,0 »
CaO	12,0 »
Na_2O	2,0 »
K_2O	2,0 »

Al alterarse este mineral pasando a material clorítico pierde comúnmente hierro, calcio, magnesio, sodio y potasio, elementos éstos que pasan a la parte activa del suelo. De los anfíboles restantes merece citarse la actinolita, cuya presencia en el suelo indicaría que los minerales constituyentes de éste provienen de rocas metamórficas.

b) *Piroxenos.* — Los minerales más frecuentes de este grupo son la *augita, enstatita* e *hipersteno* cuya composición química media se da a continuación:

	Augita	Enstatita	Hipersteno
SiO_2	4,20 %	56,0 %	51,5 %
Al_2O_3	13,0 »	3,0 »	3,5 »
Fe_2O_3	6,0 »	—	2,0 »
FeO	5,0 »	6,0 »	14,0 »
MgO	13,0 »	34,5 »	35,5 »
CaO	21,0 »	0,5 »	2,5 »

Se observa que el contenido de Mg en la augita es elevado, siendo aún mayor en la *enstatita* y en el *hipersteno.*

Los suelos que contienen una proporción elevada de anfíboles y piroxenos, en nuestro caso especial, *hornblenda* y *augita* respectivamente, son ricos en reservas minerales de calcio y magnesio. Comúnmente estos minerales poseen inclusiones de *apatita,* pero debido al contenido de hierro, el fósforo se encuentra fuertemente retenido ([22]) resultando poco aprovechable por las plantas,.

3. *Minerales de hierro, titanio y manganeso.* — Esto minerales son de escasa importancia desde el punto de vista de la fertilidad que aportan al suelo, caracterizándose además por ser difícilmente atacables. Debido a su elevado peso específico se encuentran siempre en la fracción pesada y los más comunes son *magnetita, titano-magnetita, ilmenita, leucoxeno, rutilo, anatasa, pirolusita,* etc.

Puede decirse que no hay suelos que no contengan por lo menos vestigios de hierro. Este elemento se presenta frecuentemente al estado de magnetita, aunque también bajo la forma de silicatos complejos como los anfíboles, piroxenos, biotita, etc., como se acaba de ver. En general, los suelos que han madurado sobre arenas contienen hierro al estado de óxido hidratado.

La *magnetita,* opaca y por lo general presentándose bajo la forma de granos irregulares, es fácilmente separada del resto de los minerales por medio del imán. Al alterarse los anfíboles, piroxenos, biotita, etc., bajo la acción de los agentes exteriores dejan en libertad casi siempre la magnetita que poseen incluída en forma de peque-

([22]) ERHART, H. — « Traité de Pédologie », I, p. 37, París, 1935.

ños nódulos; pudiendo atribuirse este origen al que se encuentra comúnmente en los suelos. Muchas veces los granos de este mineral se hallan reunidos en grupos, hecho que puede ser interpretado como consecuencia de su magnetismo propio.

El *rutilo* y el *zirconio*, minerales prácticamente inalterables, no soportan substancias nutritivas para los vegetales y se los puede encontrar aislados o también como inclusiones. La biotita, por ejemplo, especialmente la variedad de color castaño obscuro, muestra frecuentemente halos pleocroicos redondeados de zirconio.

El *leucoxeno* es un mineral que se presenta con un color variable desde el blanco apagado al amarillento blancuzco y en agregados terrosos translúcidos u opacos. Los granos de *ilmenita* están a veces rodeados o envueltos de una capa de leucoxeno, el cual se encuentra comúnmente en secciones delgadas a lo largo del clivaje romboédrico de la ilmenita dando la conocida estructura en red. Las variedades densas y compactas de leucoxeno muestran todas las gradaciones desde la microcristalina, granular y radial hasta la de agregados fibrosos. Según Tyler y Marsden ([28]), el leucoxeno no existiría como una especie mineralógica distinta del rutilo y anatasa, considerándose conveniente retener el nombre de leucoxeno para designar el óxido de titanio microcristalino debido a que no es posible identificar las variedades particulares sin el auxilio de la Röentgenografía.

El manganeso, generalmente, acompaña al hierro y se presenta en proporciones variables en casi todos los minerales que contienen este elemento. El bióxido de manganeso o *pirolusita*, que se halla frecuentemente en forma de concreciones y como material cementante de las partículas, tendría su origen en la oxidación del manganeso que entra en la composición de distintos minerales.

C. - Inclusiones

El estudio de las inclusiones en los minerales del suelo es de gran importancia, pues permite reconocer la fuente de origen de las partículas constitutivas de aquél. En el loess, formado comúnmente a partir de materiales de procedencia geológica muy distinta, los caracteres externos de los minerales son a veces insuficientes para

([28]) Tyler, S. A. y Marsden, R. W. — « The Nature of Leucoxene », *Jour. Sed. Pet.*, Vol. VIII, N° 2, pág. 55, 1938.

determinar su origen, debiendo recurrirse en este caso al estudio de la naturaleza de las inclusiones. De esta manera es posible, por ejemplo, diferenciar el *cuarzo* originado « in situ » del proveniente de granitos, gneises, etc. En el *cuarzo* secundario, las inclusiones están constituídas por elementos que forman parte de los suelos que lo contienen no solamente de origen mineral sino también de tipo orgánico como ser vestigios de invertebrados o restos de vegetales.

Las inclusiones líquidas y gaseosas son comunes en el cuarzo de rocas eruptivas y metamórficas (gneises, micaesquistos), presentándose en mayor cantidad en las primeras que en las segundas. La presencia de pequeñas agujas de *turmalina, sillimanita, andalusita*, etc., indican que el origen del cuarzo es metamórfico, y en cambio la presencia de inclusiones de *zirconio* y *apatita* sugiere que deriva de rocas plutónicas ácidas e intermedias.

Mackie ([24]) clasifica en cuatro grupos los granos de cuarzo en base a las inclusiones que presentan: 1) granos conteniendo inclusiones aciculares (inclusiones como agujas); 2) granos con inclusiones regulares (cristales); 3) granos con inclusiones irregulares lagunas líquidas con o sin burbujas gaseosas), y 4) granos que no contienen inclusiones.

Según el autor citado las inclusiones aciculares e irregulares existen en abundancia en el cuarzo del granito o en los ortogneises, y las regulares están en cambio siempre relacionadas con rocas esquistosas jóvenes y los paragneises. La composición mineral de las inclusiones aciculares no es conocida, pero según Mackie probablemente se trate de rutilo.

Apatita. — Las apatitas más importantes son la fluor y cloroapatita cuyas composiciones son respectivamente $(PO_4)_3Ca_4(Fa.F)$ y $(PO)_4)_3Ca_4(Ca.Cl)$, aunque existen además otros compuestos intermediarios conteniendo fluor y cloro en proporciones variables. De los dos minerales citados el más importante y más común es el primero. Su contenido en P_2O_5 es de 41 a 42 por ciento, como puede verse en el cuadro que se da a continuación:

P_2O	41,0 %
CaO	55,0 »
F	3,8 »
Cl	0,2 »

([24]) TYLER, S. A. « Heavy Minerals of the Saint Peter Sandstone in Wiscosin », *Jour. Sed. Petr.*, Vol. VI, N° 2, pág. 72, 1936.

Este mineral, que es soluble en agua cargada de CO_2, rara vez se presenta en los suelos al estado libre, pues se altera con extrema facilidad pasando a un fosfato amorfo que no es posible distinguir mineralógicamente.

Como se ha dicho, la apatita se encuentra comúnmente como inclusión bajo la forma de delgadas columnillas en los granos de cuarzo, mica, feldespatos, anfíboles, piroxenos, vidrio volcánico, etc., es decir, en ambas fracciones, liviana y pesada. Un suelo conteniendo apatita incluída solamente en granos de cuarzo o de vidrios volcánicos debe considerarse pobre en reserva mineral de fósforo. Por el contrario, si la apatita se presenta incluída en láminas de biotita o en granos de un feldespato en vías de descomposición, puede decirse que la reserva mineral de fósforo que contienen estos minerales en el suelo es abundante.

IV. MATERIAL EMPLEADO Y TECNICA SEGUIDA PARA EL ESTUDIO PETROGRAFICO

1. Consideraciones generales. — El estudio del material suelo, realizado mediante la aplicación del método de las secciones delgadas, comúnmente adoptado para el examen de rocas compactas, masivas, presenta algunas desventajas importantes como ser: *a*) empleo de un material cementante y dificultad en la determinación del índice de refracción de los minerales; *b*) destrucción de la forma original de éstos mediante el pulido; *c*) realización de operaciones engorrosas, etc. Todos estos inconvenientes desaparecen en cambio al estudiar el material suelto y adecuadamente separado por simple observación microscópica en líquidos de diferente índice de refracción, razón por la cual se ha optado por este último método.

Como es sabido, el tamaño de las partículas constitutivas de los suelos no es uniforme y dentro de la gama de diámetros que comúnmente abarca el análisis granulométrico (0 - 2000 micrones) no todas las fracciones son favorables para un examen microscópico con vistas a la individualización de los minerales que las constituyen. Las partículas de menor tamaño, observadas con el mayor aumento posible, apenas si pueden reconocerse y hasta a veces no se distinguen. Otras, por su tamaño excesivo, tampoco permiten su identificación basada en las propiedades ópticas.

Se ha probado que la fracción mayor de 53 micrones, o sea la retenida por el tamiz Tyler Nº 270, es la más apropiada tanto para la separación por densidades de sus minerales constituyentes como para el examen microscópico, hecho éste que trae correlativamente aparejadas otras importantes ventajas, cuales son por ejemplo las valiosas conclusiones relativas a la composición de la arcilla que es posible deducir del estudio mineralógico de aquella fracción. Las fracciones menores de 53 micrones, presentan el inconveniente de que sus partículas, por el estado fino, pulverulento en que se encuentran, se aglutinan, formando grumos, lo que dificulta sus separaciones por densidades, dando comúnmente resultados erróneos.

El estudio microscópico de los granos minerales se hace por transparencia y consecuentemente las partículas han de hallarse en tal condición, constituyendo individuos aislados. Los inconvenientes para la identificación de los minerales del suelo suelen ser principalmente originados por las agrupaciones o agregaciones de individuos más o menos sólidamente cementados entre sí o envueltos en general por una capa delgada de hidróxido de hierro u otro barniz coloidal que dificulta seriamente la investigación óptica. Pero estas dificultades se obvian mediante la técnica de análisis granulométrico elemental de los suelos ([25]), que permite proveer al petrógrafo una fracción mayor de 53 micrones compuesta de granos individua-

([25]) *Técnica del análisis granulométrico de suelos.* — En la forma como se realiza en la actualidad el análisis granulométrico, puede dividirse en dos partes principales: *a*) los tratamientos previos de la muestra de suelo para obtener un análisis granulométrico elemental con las operaciones destinadas a verificar o controlar si se ha conseguido una buena dispersión de las partículas; y *b*) medición de la distribución granulométrica de las mismas (lecturas densimétricas, determinación del peso específico de las partículas en suspensión, y cálculos). El método ya ha sido objeto de publicaciones (*) (**) pero vamos a darlo a continuación en detalle.

Realizadas las reacciones de sales y de posible floculación en la muestra de suelo, y conociendo el factor de humedad y el dato de calcáreo que contiene, se pesan 50 gramos de la muestra que se colocan en una botella de centrífuga de 500 c.c. con una cierta cantidad de agua destilada. Luego se adiciona la cantidad de HCl concentrado, calculada, necesaria para destruir el calcáreo que contiene, de acuerdo al dosaje practicado en otra muestra; se agita con un

(*) Codoni, M. A. — « Suelos de la Provincia de Santa Fe », I Análisis Granulométrico, Pub. Técnica Nº 53, del Instituto Experimental de Investigación y Fomento Agrícola Ganadero, Santa Fe, 1944.

(**) Gollan, J. (h) y Codoni, M. R. — « The Application of Controlled Dispersion to the Textural Grading of Soils », *Soil Science*, 55: 417-425, 1943.

les completamente limpios de todo cemento o barniz. En muestras así preparadas se observan de modo relativamente fácil las inclusiones y también el clivaje, si es que existe, pudiéndose distinguir

---

agitador tipo «cocktelera» hasta que no haya más desprendimiento de burbujas. Luego se centrifuga, desechando el líquido.

Para la descalcificación del suelo se trata ahora a la muestra con 200 a 300 c.c. de ácido clorhídrico al 0,1 %, se agita en máquina de vueltas unos 10 minutos y se centrifuga. Estos lavajes se repiten un número conveniente de veces (en general 5) hasta que el líquido de lavaje de reacción negativa de calcio (con oxalato de amonio). Al mismo tiempo se eliminan las sales solubles que pudiera contener el suelo. Luego se lava con unos 300 c.c. de agua destilada, agitando en la máquina de vueltas, para eliminar el exceso de ácido.

Para la destrucción de la materia orgánica, luego de lavado el suelo, se lo suspendo nuevamente en agua destilada, se agregan tres gotas de fenolftaleína y se lleva la suspensión a un valor del pH de 9 a 11 con OHNa, N, se agita una hora en la máquina de vueltas y se ajusta de nuevo a ese valor del pH si fuera necesario. Parte de la materia orgánica del suelo se pone en suspensión, separándosela del resto del suelo por centrifugación. Las dos porciones (suspensión y residuo) se tratan separadamente con agua oxigenada al 20 % si es pequeña la proporción de materia orgánica, de lo contrario con 3 a 4 c.c. de perhidrol, dejando reaccionar en frío una hora y calentando luego con cuidado hasta que cese el desprendimiento de oxígeno. Si el suelo contiene bióxido de manganeso, que descompone catalíticamente el agua oxigenada (el MnO_2 se individualiza al microscopio por la reacción característica al agregar agua oxigenada), se trata con bisulfito de sodio que destruye el MnO_2, se lava para eliminar las sales formadas y se continúa con la destrucción de la materia orgánica. La acción del agua oxigenada sobre el suelo es también de desagregación; por esto aunque una muestra de suelo contenga una proporción relativamente reducida de materia orgánica conviene lo mismo hacer un tratamiento enérgico con agua oxigenada.

Luego de la destrucción de la materia orgánica se reúnen las dos porciones en una cápsula de porcelana y se somete a una desagregación mecánica con el dedo; se repite esta operación tantas veces como sea necesario hasta obtener que el líquido se clarifique inmediatamente; se procede entonces a la tamización en húmedo, sobre un tamiz Nº 270 de la serie Tyler (abertura de malla 53 micrones) y se lava con agua destilada hasta que no pase más material fino; el material retenido por el tamiz se clasifica luego por tamización en seco.

Para la observación microscópica de la parte fina que pasó el tamiz se hace una separación rápida por sedimentación en una probeta, observando el material fino y también el más grueso que queda en la probeta. También se hacen observaciones de la fracción retenida por el tamiz 270. Cuando en las observaciones que se efectúan al microscopio se encuentran aglomerados de partículas, puntos negros, etc., se identifica el cemento que reúne a las

claramente los minerales que lo poseen más o menos perfecto como micas, feldespatos, hornblenda, etc., de aquellos que presentan fracturas fáciles y concoideas como el cuarzo y los vidrios volcánicos.

---

partículas (sesquióxidos, $MnNO_2$, yeso, etc.) por medios apropiados. Si se observan agregados se separan y se realiza la reacción característica del cemento (catión). El MnO_2 da una cadena de burbujas con el agua oxigenada. El Fe_2O_3 se reconoce al microscopio por su color, de la misma manera que el yeso. La destrucción del MnO_2 (pirolusita) puede conseguirse satisfactoriamente por una digestión con 5 c.c. de SO_3HNa al 5 %.

La destrucción de cementos de hierros o del barniz que recubre las partículas (***) pueden conseguirse con un tratamiento prolongado por ácido clorhídrico en frío, o bien en una solución hirviente de cloruro estannoso por cada 10 c.c. de ácido clorhídrico; se continúa la ebullición hasta que desaparezcan los barnices rojos o amarillos (hematita o limonita).

El hidróxido de hierro coloidal, el sesquióxido de aluminio y la sílice frecuentemente barnizan y cementan los granos formando grumos o agregados, de modo tal que impide la realización de un análisis granulométrico preciso y elemental, o sea de partículas minerales individuales; si para separar o liberar estas partículas se emplean ácidos fuertes, ciertos minerales, como ser la apatita, serían considerablemente atacados y hasta completamente disueltos. Puede emplearse con ventajas sobre otros métodos el del SH_2 desarrollado por Drosdoff, Truog, etc.; el SH_2 naciente, obtenido del sulfuro de sodio transforma el óxido de hierro en sulfuro de hierro, el cual se disuelve en presencia de ácido oxálico o ácido clorhídrico N/20. La alcalinidad producida por el sulfuro de sodio sirve para disolver la sílice y la alúmina coloidal.

Para la eliminación de sales yesosas, se trata el suelo con agua oxigenada y si existe yeso grueso presente se pasa a través de un tamiz de 70 mallas. El dato para la arena gruesa puede corregirse eliminando el yeso y carbonato con ácido clorhídrico diluído caliente. El material que pasa el tamiz se trata con ácido clorhídrico 0,2 % N en la forma corriente, pero si hay mucho yeso presente es conveniente agregar más ácido clorhídrico hasta hacer 0,5 % N.

Después de sedimentar el material se filtra sobre un embudo Buchner y el filtrado junto con 50 c.c. de lavado, se deja aparte para la determinación de la pérdida por solución. El residuo se lava ahora con porciones sucesivas de acetato de amonio al 10 % caliente hasta que no dé reacción de sulfato. Se efectúa un lavado final con dos porciones de 50 c.c. de agua y se dispersa con Na(OH).

En general, cuando se desean eliminar los materiales que cementan o barnizan las partículas del suelo se debe emplear un tratamiento y reactivos enérgicos que atacan también a otros minerales, introduciendo así un error en el análisis granulométrico, pues ataca la fracción fina y hace desaparecer minerales que luego son buscados.

(***) TWENHOFEL, W. R. y TYLER, S. A. — «Methods of Study of Sediments», pág. 38-39. Mc Graw-Hill. Book Company. New York and London, 1941.

Para separar en fracciones liviana y pesada los constituyentes minerales de la muestra mayor de 53 micrones, se ha empleado el conocido aparato de Laspeyres, cuya técnica de manipulación es sencilla, utilizando como líquido separador el bromoformo (p. e. 2,80) ([26] y [27]).

Reunidas las fracciones de la muestra de suelo, bien dispersadas, se llevan a un valor de pH 9 a 11 de la suspensión y se realiza el análisis granulométrico propiamente dicho, en este caso por densimetría, cuyos detalles pueden verse en (*).

([26]) KEILHACK C. — *Tratado de Geología Práctica*, pág. 695, Barcelona, 1927.

([27]) Para obviar algunos inconvenientes encontrados en nuestro trabajo sugerimos emplear para la separación, el aparato que se muestra esquemáticamente en la fig. 1, el cual sería una variante del de Brögger. Está constituído

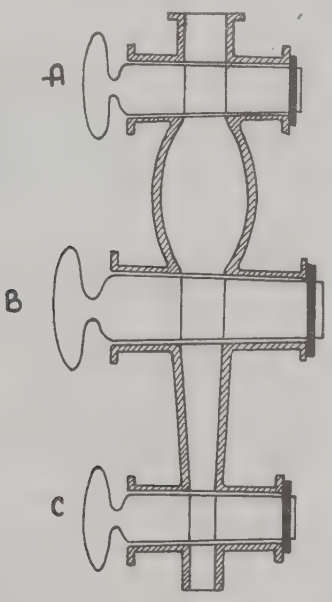


FIG. 1. — Aparato empleado para la separación de fracciones minerales.

por dos pequeñas cámaras, una de forma algo piriforme y la otra de forma levemente cónica; unidas por una llave de paso de orificio igual al de la parte inferior de la cámara piriforme y al de la parte superior de la cámara cónica, teniendo además el aparato otras dos llaves, como indica el esquema. Estando la llave C cerrada y abiertas las restantes, se vierte por la parte superior del aparato la muestra de minerales y el líquido de peso específico

Sobre un total de 2 gramos de muestra perfectamente homogeneizada por cuarteo, tres separaciones consecutivas llevadas a cabo con el citado aparato han dado diferencias no mayores del 0,2 %.

Obtenidas las fracciones liviana y pesada a partir de 2 gramos de material seco, se relacionan sus respectivos pesos, también secos a 100 gramos de aquél. Seguidamente se efectúa el reconocimiento cualitativo y descripción de los minerales de cada fracción para proseguir con el recuento de cada especie y establecer su porcentaje sobre un total representativo de 400 gramos. Para el primer objeto se examinaron sucesivamente preparaciones en las que variaba el índice de refracción de los líquidos de inmersión en orden creciente. Así, por ejemplo, en la fracción liviana se comenzó con aceite de cedro y monoclorobenzol (n = 1,515, 1,502 y 1,523 res-

---

conocido que se emplea. Se cierra la llave A y se agita fuertemente con el fin de desagrupar en lo posible los granos minerales que pueden encontrarse reunidos. Se deja en reposo unos minutos, con lo cual se separan las partículas livianas y pesadas. Las burbujas de aire que se adhieren a las partículas pesadas tienden a llevarlas hacia arriba, hecho que puede conducir a resultados erróneos. Para evitar este inconveniente, luego de la agitación se abre la llave A colocando el aparato en un soporte y se somete al vacío unos minutos, con lo que se desprende el aire adherido.

Cuando los granos de mayor peso específico se han depositado en la cámara cónica, quedando una zona de líquido límpido hasta la fracción liviana, se cierra la llave B, con lo que se separan las dos fracciones, que pueden volcarse separadamente. Se abre la llave C dejando caer las partículas pesadas y el líquido sobre un filtro; al entrar el aire burbujeará en el bromoformo; si quedara adherido algún grano a las paredes de la cámara cónica se pueden hacer caer abriendo primero la llave A y luego con cuidado la B, dejando pasar una pequeña cantidad de líquido suficiente para el lavado y arrastre de las partículas.

Para recoger la fracción liviana se invierte el aparato, estando cerradas las llaves A y B. Al abrirse éstas caen los granos y líquido sobre el filtro.

Como es común que queden partículas adheridas a las paredes de la cámara piriforme, se lavan y arrastran con el mismo líquido filtrado, que se vierte en el aparato por C.

Entre las ventajas de este aparato podemos citar que no queda tanto material adherido a las paredes de vidrio como en el caso de las cámaras piriformes. También es una ventaja el empleo de llaves en vez de tapones de vidrio, pues en esta forma se evita el contacto del bromoformo u otro líquido con los dedos.

Una llave de tres vías en la parte media del aparato simplificaría aún más la técnica de trabajo.

pectivamente) para individualizar los feldespatos de potasio. Se continuó con otra preparación empleando aceite de clavo o bromuro de etileno (n = 1,542 y 1,537 respectivamente) para determinar el cuarzo y ciertas plagioclasas, etc.

De acuerdo a nuestra experiencia, en la fracción pesada es conveniente comenzar la individualización en preparaciones con aceite de clavo.

En cuanto al recuento de granos, las preparaciones se montaron en eugenol en el caso de las fracciones livianas y en alfa-bromonaftalina en el caso de la fracción pesada, variando de líquido solamente cuando existían dudas sobre la identidad de algún mineral.

La posible observación de que una mayor exactitud en el recuento se obtendría realizando éste sobre tres o más preparaciones con líquidos de refringencia distinta y promediando los datos resultantes, ha sido tenido en cuenta. Aplicando este criterio en nuestra labor y en muestras en que el cuarzo y el vidrio volcánico se presentaban como componentes principales, las diferencias entre recuentos con líquidos distintos nunca fueron mayores de 3 %, siendo menor aún para los minerales restantes que se presentaban en proporciones distintas.

A continuación se da una tabla de minerales donde éstos aparecen ordenados según su peso específico y clasificados según los líquidos de distinta densidad utilizados para separarlos. Además se agrega una clasificación de los minerales del suelo según sus propiedades ópticas.

TABLA DE LOS PRINCIPALES MINERALES QUE SE PRESENTAN EN LOS SUELOS ORDENADOS SEGÚN SU PESO ESPECIFICO

Magnetita	5,20	Fayalita	4,28-4,32
Hematita	5,20	Almandino	4,1 -4,3
Monazita	4,9 -5,3	Rutilo	4,18-4,25
Mezclas de soluciones saturadas de formiato y malonato de talio a 95° 1:1	5,10	Melanita	4,1 -4,3
		Goethita	4,0 -4,4
Pirita	5,00	Psilomelano	4,2
Pirolusita	4,75	Corindón	3,95-4,1
Zirconio	4,70	Allanita	4,15
Ilmenita	4,6 -4,9	Leucoxeno	3,5 -4,5
Barita	4,50	Anatasa	3,82-3,95
Cromita	4,4 -4,5	Espessartita	3,8 -4,2
		Brookita	3,8 -4,1

Limonita	3,8	Turmalina	2,93-3,1
Estaurolita	3,65-3,77	Biotita	2,8 -3,4
Solución saturada de formiato de talio a 30°	3,64	Magnesita	2,96
		Actinolita	2,9 -3,0
Líquido de Toulet (Solución de Rohrbach y yoduro de metileno)	3,60	Flogopita	2,86-2,96
		Lepidolita	2,8 -2,9
		Muscovita	2,78-3,0
Yoduro de metileno con yodoformo	3,60	Bromoformo	2,8
		Clorita	2,6 -3,0
Cianita	3,60	Esteatita	2,7 -2,8
Espinela	3,60	Anortita	2,74-2,76
Solución de Rohrbach	3,59	Bitowinita	2,71-2,74
Topacio	3,58-3,60	Berilo	2,72
Aegirina	3,5 -3,56	Calcita	2,71
Grosularia	3,4 -3,6	Pirofilita	2,6 -2,8
Titanita	3,4 -3,56	Labradorita	2,69-2,71
Piropo	3,51	Andesina	2,67-2,69
Epidoto	3,4 -3,5	Oligoclasa	2,64-2,67
Uvarovita	3,4 -3,5	Cuarzo	2,65
Hipersteno	3,3 -3,5	*Bormoformo con benzol*	2,65
Hornblenda básica	3,4	Albita	2,62-2,64
Augita	3,2 -3,6	Caolinita	2,62
Clinozoisita	3,35-3,38	Cordierita	2,57-2,66
Olivino	3,27-3,37	Beidellita	2,58-2,62
Yoduro de metileno	3,32	Halloisita	2,6
Diópsido	3,30	Adularia	2,57
Hornblenda común	3,30	Sanidina	2,65
Zoizita	3,25-3,36	Calcedonia	2,55-2,64
Axinita	3,25-3,30	Ortoclasa	2,55
Sillimanita	3,25	Microclino	2,55
Tremolita	3,20	Montmorillonita	2,50
Enstatita	3,20	Nontronita	2,50
Fluorita	3,20	Vidrio volcánico	2,3 -2,7
Apatita	3,20	Hidrargillita	2,35
Andalusita	3,20	Yeso	2,30
Líquido de Toulet	3,20	Analcita	2,2 -2,29
Glaucófano	3,0 -3,15	Opalo	1,9 -2,3

PRINCIPALES MINERALES QUE SE PRESENTAN EN LOS SUELOS

- Minerales
  - Opacos ....
    - Manetita
    - Ilmenita
    - Pirita
    - Leucoxeno
  - Transparentes .....
    - Isótropos ...
      - Opalo
      - Vidrios volcánicos
      - Calcedonia
      - Cristobalita
      - Granate
      - Ilmenita
    - Anisótropos .
      - Extinción Recta
        - Nefelina
        - Cuarzo
        - Muscovita?
        - Biotita?
        - Turmalina
        - Apatita
        - Enstatita
        - Hipersteno
        - Diasporo
        - Rutilo
        - Zirconio
        - Zoisita
      - Extinción Oblicua
        - Ortoclasa
        - Microclino
        - Albita
        - Kaolinita
        - Oligoclasa
        - Andesina
        - Labradorira
        - Bitowinita
        - Hornblenda
        - Augita
        - Epidoto (pistacita)
        - Titanita

Minerales isótropos

Mineral	Composición	Indice de refracción	Color	Substancia empleada
Opalo	$SiO_2n(H_2O)$	1,46	Incoloro blancuzco	
		1,495		Toluol
Vidrios volcánicos .		1,495-2	Incoloro blancuzco	
Calcedonia		1,532	Blanco, grisáceo amarillento	
Cristobalita	SiO_2	1,485	Incoloro	
		1,74		Yoduro de metileno
Espinela	$MgO . Al_2O_3$	1,718	amarillento verde	
Granate		1,80	Amarillento castaño	

Minerales anisótropos

Uniáxico positivo

Mineral	Composición	Ind. de refr. N^{ω}	Ind. de refr. N^{ε}	Color	Pleocroismo	Substancia empleada
		1,542				Eugenol
Cuarzo	SiO_2	1,544	1,553	Incoloo amarill.		
		1,740				Yoduro de metileno
Xenotime ...	$Y_2O_3P_2O_5$	1,721	1,816	Castaño amarill.	Débil	
Zirconio	ZrO_2SiO_2	1,936	1,990	Incoloro am. púrp.		
Rutilo	TiO_2	2,616	2,903	Amar. rojo violeta	Débil	

Uniáxico negativo

Mineral	Composición	Ind. de refr. Nw	Ind. de refr. No	Color	Pleocroismo	Substancia empleada
Cristobalita.	SiO_2	1,487	1,484	Incoloro blanquec.		
		1,495				Toluol
Nefelina....	$NaAlSiL_4$. etc.	1,537	1,533	Incoloro blanquec.		
		1,537				Bromuro de etileno
Apatita como inclusión	$3\ Ca_3(PO_4)_2CaFe$	1,639	1,635	Incoloro blancque.		
		1,657				Monobromonaftalina
Turmalina ..	Na_2O.-8 FeO.8 Al_2O_3 4 B_2O_3.-16 SiO_2-5 H_2O	1,633 1,685	1,615 1,675		Fuerte	
Anatasa	TiO_2	2,554	2,493	Amarillo castaño		

Minerales anisótropos

Biáxico negativo

Mineral	Composición	Ind. de refracción Na	Nb	Nc	Color	Pleocroismo	Substan. empleada
Ortoclasa ..	$(KNa)AlSi_3O_8$	1,518	1,524	1,526	Incoloro gris		
Sanidina...	$(KNa)AlSi_3O_8$	1,520	1,525	1,525	Incoloro gris		
Microclino .	$K_2OAl_2O_3$. 6 SiO_2	1,522	1,526	1,530	Blancuzco amarill.		
Anortoclasa.	$(NaK)_2OAl_2O_3$. 6 SiO_2	1,523	1,528	1,529	Blancuzco		
		1,542					Eugenol

Mineral	Composición	Indice de refracción Na	Nb	Nc	Color	Pleocroismo	Substan. empleada
Oligoclasa ..	$Ab_{90}An_{10}$ a $Ab_{70}An_{30}$	1,532 1,545	1,536 1,548	1,541 1,552	Incoloro gris		
Cordierita ..	4 (MgFe)O . 4 (Al_2O_3)$_{10}SiO_2$. H_2O	1,532 1,555	1,536 1,562	1,539 1,570	Amarillo gris az.	Débil	
Andesina ..	$Ab_{70}An_{30}$ a Ab_5An_{50}	1,545 1,555	1,549 1,558	1,552 1,562	Incoloro		
		1,560					Anethol
Caolinita ..	Al_2O_3 2 SiO_2 2 H_2O	1,561	1,565	1,566	Blancuzco amarill.	Débil en crist. col.	
Clorita	Silicato de Fe.Mg.Al.	1,562 1,605	1,575 1,605	1,577 1,610	Ver. am. incoloro		
Bitowinita .	$Ab_{30}An_{70}$ a $Ab_{10}An_{90}$	1,563 1,571	1,567 1,577	1,571 1,582			
Flogopita (biotita) .	$H_4K_2Mg_6Al_2Si_6O_{24}$	1,535	1,564	1,565	Marr. am. ver. am.	Fuerte	
Eastonita (biotita) .	$H_4K_2Mg_5Al_4Si_5O_{24}$	1,542 1,579	1,577 1,638	1,578 1,638	Marr. am ver. anar	Fuerte	
Muscovita .	$H_4K_2(AlFe)_6Si_6O_{24}$	1,556 1,570	1,587 1,607	1,593 1,611	Incolora gris		
Lepidolita ..	$H_4K_2Li_3Al_5Si_6O_{24}$	1,538 1,570	1,550 1,610	1,560 1,610	Lila am. blan. gris		
		1,618					Monoyodo benzol
Tremolita ..	$H_2Ca_2Mg_5Si_8O_{24}$	1,602 1,623	1,613 1,638	1,614 1,650	Incoloro gris. verd.		
Andalusita .	$Al_2O_3SiO_2$	1,632	1,638	1,643	Incoloro verd. roj.	Mod.	
Siderofilita (biotita) .	$H_4K_2Fe_5Al_4Si_4O_{24}$	1,616	1,670	1,670	Marr. am. anaranj.	Fuerte	
		1,657					Monobromonaftalina

Mineral	Composición	Indice de refracción Na	Nb	Nc	Color	Pleocroismo	Substan. empleada
Hornblenda común . . .	$H_2NaCa_2(MgFe)_4$ $Al_3Si_6O_{24}$	1,614 1,675	1,618 1,691	1,633 1,701	Verd. ma. oscuro	Moderad.	
Annita	$H_4K_2Fe_6Al_2Si_6O_{24}$	1,603	1,690	1,690	Marr. am. anaranj.	Fuerte	
Enstatita. . .	$MgSiO_3$	1,650 1,658	1,656 1,665	1,661 1,671	Gris. am. verd. oliv.	Débil	
			1,680				Mezcla de monobromonoftalina y yod. de metilo
Axinita	6 (CaFeMn)O.-2 Al_2O_3 B_2O_3 8 SiO_2H_2O	1,678	1,685	1,688	Gris roj. am. cast.	Moderad.	
Dumortierita	8 $(Al_2O_3)B_2O_3$ 6 Si O_2H_2O	1,678	1,686	1,689	Incoloro verd. az. gris	Fuerte	
Hipersteno .	$(MgFe)O.SiO_2$	1,692 1,716	1,695 1,720	1,700 1,727	Castaño am. verd.	Fuerte	
Disteno	Al_2SiO_5	1,712	1,720	1,728	Inc. blan. gris azul	Déb. en var. col.	
Hornblenda basáltica.	3CaO, Na_2O, 7(MgFe) O, 3 $(AlFe)_2O_3$, -TiO_2, 12 SiO_2 2 H_2O	1,680	1,725	1,752	Marrón o negro	Variable	
			1,740				Yoduro de metilo
Epidoto (pistacita) .	4 CaO, 3 $(AlFe)_2O_3$, 6 SiO_2, H_2O	1,720 1,734	1,724 1,763	1,734 1,779	Verd. am. cast. gris.	Débil	
Aegirina . . .	$NaFeSi_2O_6$	1,745 1,777	1,770 1,823	1,782 1,836	Verd. obs.	Débil	

Minerales anisótropos

Biáxico positivo

Mineral	Composición	Indice de refracción Na	Nb	Nc	Color	Pleocroismo	Substan. empleada
Thomsonita.	$NaCa_2Al_5(SiO_4)_5$ 6 H_2O	1,512 1,530	1,513 1,532	1,518 1,542	Incoloro		
Albita	$NaAlSi_3O_8$	1,525 1,532	1,529 1,536	1,536 1,541	Incoloro		
			1,542				Eugenol

Mineral	Composición	Indice de refracción Na	Nb	Nc	Color	Pleocroismo	Substan. empleada
Oligoclasa . .		1,532 1,545	1,536 1,548	1,541 1,552	Incoloro		
Crisotilo . . .	$H_4Mg_3Si_2O_9$	1,542	?	1,555	Incoloro		
Andesina . . .		1,545 1,555	1,548 1,558	1,552 1,562	Incoloro		
		1,558					Nitro-benzol
Dickita	Al_2O_3, 2 SiO_2, 2 H_2O	1,560	1,562	1,566	Blanco		
Labradorita.		1,555 1,563	1,558 1,567	1,562 1,571	Incoloro		
Clorita	Silicato de Mg, Fe, Al	1,562 1,605	1,575 1,605	1,557	Ver. am. incoloro		
		1,618					Monoyo-dobenzol
Topacio . . .	2 (AlF)OSiO_2	1,619	1,620	1,627	Incoloro verd. azul	Fuerte	
Celestita	$SrO.SO_3$	1,622	1,624	1,631	Incoloro, azulino	Dáb. en var. azul	
Prehnita . . .	$H_2Ca_2Al_2$ Si_3O_{12}	1,615	1,625	1,646	Bl. gris. verdoso		
Antofilita . .	$H_2(MgFe)$ y Si_8O_{24}	1,633 1,619	1,630 1,642	1,640 1,657	Incolgro cast. verd.	Fuerte	
Barita	$BaSO_4$	1,636	1,637	1,648	Inc. gris amarill.		
		1,657					Monobro-monoftalina-alfa
Sillimanita .	Al_2O_3, SiO_2	1,665	1,661	1,680	Inc. gris amarillo	Débil	
Lawsonita .	CaO, Al_2O_3, 2 SiO_2 2 H_2O	1,665	1,674	1,684	Incoloro azul	Débil Débil	
		1,680					Mezcla de monobro-monoftalino y yod. de metilo

Biáxico positivo

Mineral	Composición	Indice de refracción Na	Nb	Nc	Color	Pleocroismo	Substan. empleada
Diópsido ...	CaO, MgO, 2 SiO_2	1,650 1,698	1,657 1,706	1,681 1,727	Incoloro grisáceo		
Aegirina augita	La composición quím. entre augita y aegirina interm.	1,680	1,687	1,709	Verdoso	Débil	
Zoisita.....	4 CaO, 3 Al_2O_3, 6 SiO_2, H_2O	1,696 1,700	1,696 1,703	1,702 1,718	Blanco verd.		
Augita.....	CaO, 2 (MgFe)O, (Al-Fe)$_2O_3$, 3 SiO_2	1,688 1,712	1,701 1,717	1,713 1,737	Verdoso negruzco		
Clinozoisita.	4 CaO.3 Al_2O_3 6 SiO_2 H_2O	1,710 1,723	1,715 1,729	1,719 1,734	Incoloro verd. am.	Mode-rad.	
		1,740					Yoduro de metilo
Estaurolita.	2 FeO.5 Al_2O_3, 4 SiO_2 H_2O	1,740	1,745	1,750	Castaño amarill.	Mode-rad.	
Piedmontita	Y(CaMn)O_2(AlFe-Mn)O_3 6 SiO_2.H_2O	1,754	1,776	1,825	Castaño negro	Fuerte	
Monazita ..	(Ce. la D. i.)$_2O_3$, P_2O_5 etc.	1,797	1,798	1,845	Rojizo amarill.	Débil	
Titanita ...	CaO, SiO_2, TiO_2	1,900	1,907	2,034	Castaño verd. oliv.	Débil	

V. PERFILES ESTUDIADOS

Perfil Nº 178 « La Angélica »

Observaciones de campaña. — *Punto de estudio*: Departamento Nueve de Julio, provincia de Santa Fe, 400 metros del esquinero Sud-Oeste de La Angélica, sobre el camino de Tostado a Paralelo 28°.

Fisiografía: Borde alto del domo occidental, lomada de depósitos finos.

Vegetación: Montecitos aislados de leguminosas, espinillos, algarrobos.

Geología: Suelos madurados sobre limos de loess. La napa freática se encuentra a una profundidad de 2,20 metros. El desarrollo

de este perfil se ha constatado a lo largo del camino, en las áreas no anegadizas.

Observaciones: Suelos remadurados. Se reconocieron morfológicamente los siguientes horizontes:

Muestra Nº 694:

Color: Gris.
Textura: Tierra limosa.
Estructura: Masiva cuboide.
Espesor del horizonte: 0-15 centímetros,
Posición de la muestra: 2-10 centímetros.
Carácter diferencial: Color, estructura.

Observaciones: No presenta heterogeneidad ni concreciones. Se interpretó como horizonte A.

Muestra Nº 695:

Color: Gris negruzco.
Textura: Tierra arcillosa.
Estructura: Cuboide.
Espesor del horizonte: 15-70 centímetros.
Posición de la muestra: 25-35 centímetros.
Carácter diferencial: Estructura.

Observaciones: No muestra heterogeneidad ni concreciones. Presenta en la base manifestaciones de efervescencia con HCl. Se interpretó como horizonte B.

Muestra Nº 696:

Color: Pardo negruzco.
Textura: Tierra arcillosa.
Estructura: Cuboide columnar.
Espesor del horizonte: 70-160 centímetros.
Posición de la muestra: 100 centímetros.
Carácter diferencial: Color y estructura.

Observaciones: No muestra heterogeneidad ni concreciones. Presenta manifestaciones de efervescencia con HCl en toda su masa. Se interpretó como horizonte BC.

Muestra Nº 697:

Color: Pardo.
Textura: Tierra limosa.
Estructura: Masiva cuboide.
Espesor del horizonte: 160 centímetros en adelante.
Posición de la muestra: 200 centímetros.

Observaciones: No muestra heterogeneidad. Presenta nódulos y eflorescencias calcáreas. Se interpretó como horizonte C.

(*Concluirá*)

ESPECIE DE TRILOBITA DEL CAMBRICO DE MENDOZA

POR

CARLOS RUSCONI

A la serie de artículos relativos a los trilobitas descubiertos en la zona de San Isidro, provincia de Mendoza (Argentina) y dados a publicidad oportunamente ([1],[2],[3]), debo agregar ahora la descripción de una especie de la cual sólo había dado pocos detalles, a saber:

Ord. DIKELOCEPHALIDA Kobayaski
Fam. ASAPHIDAE d'Orb.
Gen. ? HOEKASPIS Kob.

? Hoekaspis mendozaensis Rusc. ([4])

Tipo: Ejemplar casi completo, nº 2857 de la Col. Paleont. (inv.) del Mus. Hist. Nat. de Mendoza.

Localidad: San Isidro, Oeste de la ciudad de Mendoza.

Edad: Cámbrico medio superior.

La pieza se encuentra con la superficie externa sobre la roca (fig. 1) de modo que solamente puede verse su cara ventral, y cuyas magnitudes han sido tomadas desde esta superficie. El ejemplar, además, aparece algo deformado por la presión de las rocas.

Cranídeo: Es proporcionalmente angosto y corto longitudinalmente; su ancho máximo es de 7 mm (tomado desde los bordes

([1]) C. Rusconi. — « Trilobites del silúrico de Mendoza », en *Anal. Soc. Cient. Arg.*, vol. CXXXIX, pp. 216-219, Buenos Aires, 1945.

([2]) C. Rusconi. — « Nuevos trilobites del cámbrico de Mendoza », en *Bol. Paleontológico*, nº 19, pp. 1-3, Buenos Aires, 1945.

([3]) C. Rusconi, « Los trilobites del cámbrico de Mendoza », en *Bol. Soc. Geológica del Perú*, vol. XIX, pp. 45-55, Lima, 1946.

([4]) C. Rusconi. — « Nuevas especies de trilobitas y esterias del cámbrico de Mendoza », en *Rev. Soc. de Hist. y Geografía*, vol. I, p. 1 del sep., Mendoza, 1946.

salientes internos); por la cara externa debió medir unos 8 mm de ancho, y de unos 10 mm su longitud total. Hay por lo menos, un surco profundo a cada lado que divide esa zona en dos partes, siendo la anterior de forma globular.

FIG. 1, — *Hoekaspis mendozaensis*, RUSC. Cámbrico sup. (1/1). Figura levemente reconstruida.

Céfalo: El borde anterior está destruído pero parece que habría tenido una pequeña saliente o borde más convexo que el resto del contorno del céfalo. La longitud de éste, medido en la línea media acusa 11 mm por 29 mm su anchura al nivel de la sutura posterior de la espina genal.

Espina genal: La del lado izquierdo se conserva completa y bastante robusta en su parte anterior. La longitud de la espina, medida desde el nivel de la sutura con el céfalo hasta su extremidad posterior, es de 18 mm en línea recta, pero desde el borde anterior del céfalo hasta la punta de la espina hay una distancia de 31 milímtros, esto es, casi tan larga como la longitud del animal.

Tórax: No he podido advertir una línea de separación recta entre el tórax y el pigidio, pero de acuerdo a una sutura sospechosa que tomo de referencia, entonces el tórax parecería estar constituído por 8 costillas pleurales. Si, por el contrario, no fuese ésta la división real, sino otra situada más atrás, entonces el tórax sería de 12 costillas pleurales. Las primeras seis costillas terminan en una espina corta y aguda; las restantes se hallan destruídas.

Pigidio: En el mismo caso se encuentra el pigidio con respecto a su real separación; pues si el tórax habría estado constituído por 12 costillas, entonces el pigidio ha sido corto y de borde posterior desconocido por el estado actual de esa zona.

Dicho trilobita en línea recta mide 32 mm y en estado completo no debió pasar de los 34 mm. Su anchura máxima en la zona más

convexa y borde externo de las espinas genales es de 30 milímetros.

Relaciones: He colocado con las reservas del caso en la familia y género señalado a esta especie, debido a ciertos detalles que le son comunes. Sin embargo, con ejemplares más completos, sería posible también comprobar que se trataría de una forma genéricamente nueva. De cualquier modo, con *Hoekaspis schlagintweiti* Harr. y Leanza, del ordovicio argentino (1), hay una cierta semejanza en cuanto a la longitud de la espina genal, siendo aún más larga en la especie de Mendoza. Igualmente observo un cierto parecido de sus espinas genales con las de *Bathyurus longispinus* Walcott del ordovicio norteamericano, pero difiere en la terminación de las espinas pleurales que son romas en este último, y además, por la distinta forma del cranídeo y del pigidio.

También las apófisis genales muy prolongadas de *H. mendozaensis* se acercan bastante a las de *Dikellocephalus pepinensis* Owen, ilustrado por Charbelin y Salisbury en su tratado de *Geology* (vol. II, p. 300, fig. 128 *a*) y procedente del cámbrico superior. Sin emmargo, el cranídeo y el pigidio de esta forma son distintos a los de *H. mendozaensis* Rusc.

A la especie mendocina en cuestión agrego también los siguientes restos: Nº 2224. Espina genal del lado izquierdo de 21 mm de longitud desde la sutura con el céfalo a la punta de la espina. Nº 2688. Espina genal del lado derecho con 18 mm de longitud medido en los mismos puntos. Nº 2093. Espina genal de un individuo algo más joven.

Mendoza, Mayo de 1947.

(1) H. J. Harrington y A. F. Leanza. — « Sobre algunos trilobites nuevos o poco conocidos del ordovicio argentino », en *Rev. Mus. La Plata*, (2), vol. II, p. 135, lám. I, fig. 5.

SECCION CONFERENCIAS

LA CONSTRUCCION AERONAUTICA Y LA METALURGIA FISICA

(CONSIDERACIONES CON RESPECTO A LAS POSIBILIDADES NACIONALES)

POR EL ING.

JUAN B. DE NARDO

Resumen de la Conferencia pronunciada en la Sociedad Científica Argentina el 21 de mayo y 16 de julio de 1947.

DESCRIPCION

I. La investigación aeronáutica.
II. Consideraciones generales.
III. Problemas relacionados con los materiales de construcción aeronáutica.
IV. Algunos ejemplos relativos a aleaciones fabricadas en el país, y fabricación nacional de acero.
V. Problemas relacionados con la fabricación de aleaciones para aviones.
VI. Conclusiones.
VII. Bibliografía.

I) LA INVESTIGACIÓN AERONÁUTICA. — Al alcanzar la gran guerra mundial Nº 2 su aspecto decisivo, el adelanto industrial y la realización de los medios todos de la ingeniería puestos al servicio de los respectivos países que actuaban directamente en la contienda era extraordinario.

Extraordinario y complejo; por su magnitud y por su proyección en el futuro técnico de las actividades que, como la aeronáutica y la metalurgia, están invariablemente unidas en su desarrollo.

Para ilustrar de una manera general, con respecto al progreso alcanzado — que aún ahora parece poco menos que increible — referiremos algunos breves datos de la producción de los siguientes países:

1. — Alemania tenía 138 tipos de cohetes desarrollados principalmente por W. von Braun y E. Steinhoff, que conciliaban todas

las formas imaginables entre las propiedades aerodinámicas y el material de construcción.

La bomba A_4, que pesaba 10.848 kilos, recorría 379,5 kilómetros, alcanzando en su trayectoria 98.000 metros, y una velocidad máxima de 6.180 k. p. h.

El modelo A_9 del mismo tipo de cohete en plena construcción en las postrimerías de la guerra, tenía un radio de acción de 4956 kilómetros, su peso inicial 13.108 kilos, y la velocidad máxima 9.679 k. p. h., es decir 8 veces superior a la velocidad del sonido!

El mismo país (Alemania) tenía en diseño adelantado un cohete de largo alcance que podría volar desde Peenemunde a EE. UU. de N. A. en 40 minutos.

El especialista ingeniero C. F. Green que fuera comisionado para investigar los desarrollos de la ingeniería del Eje dice en su informe: « en 1943 Alemania estaba 10 años más adelantada que cualquier otra nación en la construcción de cohetes, turbinas de eyección, como así en otros mecanismos de propulsión por reacción, excepto la turbina a gas ».

La potencia de la bomba A_2 (vulgarmente conocida como V_2) desarrollaba 120.000 HP, mediante una carga inicial de 4560 litros oxígeno y 4750 litros de alcohol etílico, que combustionaban a razón de 124,85 kilos por segundo.

La « cuna » de todos estos estudios, había sido Peenemunde, donde desde 1936 funcionaban los laboratorios de investigación para este tipo de propulsión, y cuya instalación costaba la suma equivalente a 480 millones de pesos argentinos.

Dicho sea de paso, que en Dayton (EE. UU. de N. A.) se completa en estos momentos la instalación de un Laboratorio de Investigaciones Aeronáuticas cuyo costo es equivalente a 1200 millones de pesos de nuestra moneda, y recientemente el general Ing. Curtis Lemay propuso durante su alegato ante la Comisión Nacional para el progreso de la ciencia, la necesidad de ampliar el plan inicial hasta 1.000 millones de dólares, suma equivalente a unos 3.750 millones de nuestra moneda.

Esto permite decir como lo ha mencionado el general L. Craige que si en resumen la primera necesidad de la guerra es producir, la primordial ventaja de la paz es investigar.

2. — Siguiendo con los ejemplos, no es ya un secreto para nadie que mientras Alemania perfeccionaba sus cohetes, EE. UU. de N. A.

hacía lo propio con los aviones lanzando sus modelos de 75 toneladas de peso bruto accionados con una potencia de casi 16.000 HP y que podían recorrer 5.000 kilómetros a 500 k. p. h.

Y lo asombroso es que se construía en total el promedio de 1 avión cada 5 ½ minutos durante las 24 horas del día y de la noche.

A todo ese esfuerzo está asociado el espíritu organizador de hombres como los profesores Dres. Husanker, Mc Short, Clark, Evans y tantos otros cuya nómina aun restringiéndola a la actividad aeronáutica solamente, sería muy larga.

3. — En Inglaterra se perfeccionaba la turbina a gas para los aviones de gran velocidad, algunas de sus máquinas alcanzaban los 900 kilómetros por hora, y en un esfuerzo sin precedentes en la aeronáutica y la metalurgia del país, se llegó a la cifra de 20.000 aviones por año.

Los investigadores como Whittle, Smith y muchos otros, aportaron su contribución en los perfeccionamientos de la aeronáutica.

Sin desmedro de la capacidad técnica y científica de otros países que como Francia, figuraban normalmente entre los primeros tanto en aeronáutica como en investigaciones metalúrgicas, como así también Italia, Bélgica, etc., que por diversas alternativas estaban relegados a segundo plano; y sin considerar tampoco la contribución de Rusia y Japón en las citadas ramas de la ingeniería, las cifras mencionadas precedentemente bastan creo, para dar una idea concreta.

Conviene aclarar, que la obtención de aeronaves debía también ser dirigida con respecto del costo, es decir, basada sobre la premisa de fabricar bien y barato.

En cuanto a la rapidez de ejecusión sabemos que, durante la guerra, se ha estado comprando tiempo. La velocidad de producción y la capacidad de las mismas eran empero más importantes que la economía.

La batalla tecnológica, no lo olvidemos, comienza siempre antes de la guerra.

Ello justificaría, a la luz de las relaciones científicas y técnicas, que en algunos países se haga de la investigación pura una organización oficial del Estado, y de su aplicación práctica una organización o industria privada.

En otras palabras la situación se traduciría como una solución de compromiso entre lo deseable y lo conveniente.

Se llega al éxito paso a paso; la investigación de hoy será consecuentemente la seguridad de mañana, especialmente con el perfeccionamiento tan intenso de todas las ciencias teconlógicas.

Ahora no existe punto alguno del mundo que esté a más de 50 horas de vuelo de otro, y en pocos años es muy posible, que ese intervalo se reduzca a 10 horas de vuelo.

Será adecuado, antes de continuar adelante recordar la contestación que dieron a cierto ingeniero las autoridades del Departamento de Investigaciones de la Fuerza Aérea del Ejército de EE. UU. de N. A. y dice así: «... en respuesta a su pedido solicitando le remitamos por correo todas las publicaciones concernientes a las máquinas de propulsión por reacción alemanas, lamentamos informarle que será difícil satisfacer su pedido pues en total son 50 toneladas...».

No será tiempo perdido reflexionar un poco: !50 toneladas de apuntes croquis, planos, cálculos y documentación técnica relacionada únicamente con cohetes y turbinas de gas, que representa sólo una pequeña porción de la enorme cantidad de información archivada en Wright Field, la Biblioteca del Congreso, y la Oficina de Servicios Técnicos del Departamento de Comercio; todo ello en EE. UU. de Norte América.

El total de la documentación de Alemania, que representaba prácticamente todos los secretos científicos, militares e industriales de aquel país, es un peso de 10.000 toneladas y fueron incautadas por las fuerzas de ocupación de EE. UU. de N. A. que posteriormente las catalogó en 1.000.000 de artículos técnicos.

Verdaderamente, sería una petulancia, pretender refirir en el plazo de dos horas el tema que me he propuesto y sólo puede excusarlo la benevolencia de ustedes, porque mi objetivo es más modesto.

II) Consideraciones generales. — « La investigación y el fomento científico no son como hemos visto, atributos inherentes de ninguna raza o país. La extensión de sus resultados depende del nivel educativo y cultural de una población dada, del estímulo, esfuerzo e instalaciones dedicados a su desarrollo, y del tiempo que puede invertirse en ellos ».

Y agrega el profesor Leonard Loeb: « Ha prevalecido una tendencia en atribuir a ciertos pueblos una habilidad especial para la investigación y el fomento especialmente en asuntos científicos ». Es-

ta creencia ha impresionado tanto la mente de ciertas personas, que se hace necesario aclarar la relación sobre el significado de la palabra investigación con respecto al problema que nos ocupa.

A menudo se olvida que lo que generalmente se llama *investigación científica,* debería separarse en dos categorías distintas, cuyas exigencias son suficientemente diferentes como para merecer un estudio en cada caso.

« La investigación fundamental es sin duda, la base de nuestra ciencia y del actual adelanto mecánico y técnico. Es el fruto de las más elevadas dotes intelectuales del hombre: su imaginación creadora, su capacidad analítica inductiva y deductiva, y su principalogía en la investigación *cualitativamente* controlada ».

« De resultas de la acción de todos estos factores, la distribución de los descubrimientos científicos ha descrito cronológicamente desde Galileo, una curva exponencial de aumento con el tiempo », dice el profesor Loeb.

Esto es realmente « palpable » en el siglo XIX, y la aviación como la metalurgia, representan tal vez los aspectos más típicos.

La investigación y el desarrollo industrial, tienen como fin la adaptación, al empleo industrial o científico en amplia escala, de los frutos de la investigación fundamental, para beneficio de la sociedad.

Quizá podría llamársele como se ha hecho en EE. UU. de N. A., Alemania y Francia, *investigación de ingeniería.*

« En su verdadera acepción el término *ingeniero* implica una profesión que trabaja en la aplicación o extensión de principios o implementos aceptados, aunque sin profundizar tanto en el campo de la investigación, como pueda requerirlo la investigación industrial ».

En realidad esta última, es una *combinación* de la investigación fundamental y de la ingeniería.

A mi modesto juicio es la primera y más importante necesidad de nuestro país en su actual período de industrialización, y repito con placer ese concepto como lo hago a menudo desde hace varios años.

III) Problemas relacionados con los materiales de construcción aeronáutica. — Será oportuno dar una idea de la importancia de la producción aeronáutica mundial.

En la figura 1 se ilustra cronológicamente el total en peso de la fabricación aeronáutica durante el período que va del año 1938 a 1946, excluyendo del cómputo, los repuestos y demás equipos auxiliares o de manutención de las aeronaves.

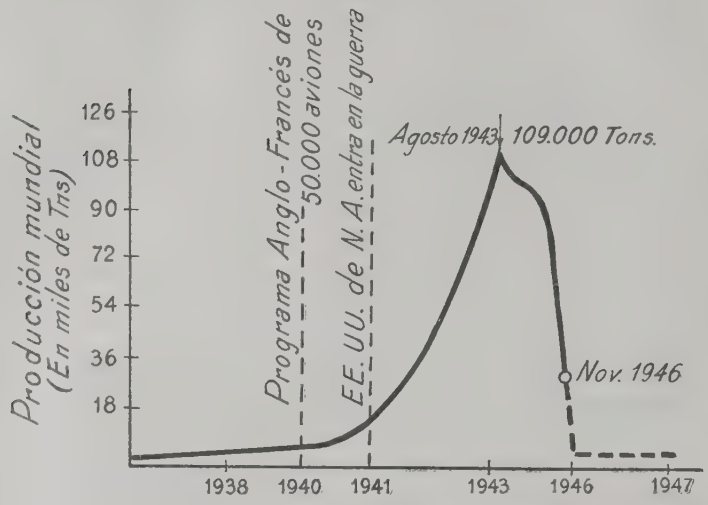


FIG. 1. — Producción mundial de aviones, en términos del peso (excluidos los repuestos, equipos y manutención). Período de 1936 al año 1946.

Como se observa, un aumento considerable se produce en el año 1940 con motivo de entrar en ejecución el programa anglo-francés para la fabricación de 50.000 aviones anuales; pero como se ve claramente, la verdadera incrementación comienza con la entrada de EE. UU. de N. A. en guerra en 1941. En efecto la pendiente de la curva se hace extraordinariamente mayor a partir de esa fecha en que la industria norteamericana vuelca todo su poderío industrial en la contienda, y finalmente en agosto de 1943 se alcanza el total máximo con 109.000 toneladas de aviones, de cuyo volumen fabricó casi el 80 % aquel país.

Según el comodoro Walsh-Healey, en su testimonio ante el Departamento de Trabajo, la industria aeronáutica de EE. UU. de N. A. en el año 1938 empleaba 33.000 personas en total; y en 1944 la cifra citada pasaba de 2 millones.

Llamamos la atención con respecto a estos números, que ilustran elocuentemente sobre lo complejo de la movilización realizada, porque fueron *necesarios 6 años* para llegar a la « cúspide » de la producción aeronáutica.

Todo ello por medio de un trabajo eficiente, en un país con inmensos recursos de todo orden, lejos de los bombardeos, y con sus transportes y comunicaciones normales.

Además, resultará muy significativo conocer el esfuerzo que representa en aeronáutica la preparación de una aeronave, y aunque los datos que mencionaremos a continuación tienen sólo valor general bosquéjase el plan de ejecución.

En este sentido el trabajo de los ingenieros es fundamental: por ejemplo, la superfortaleza volante B 19, o más recientemente la B 36, o el Messersmitt, o el Spitfire, o el Barbason, o el Douglas, etc., *requirieron hasta 8 años* desde el momento de su concepción (diseño) hasta la actuación en servicio.

En resumen, para no seguir abundando en estos detalles, un avión bombardero del tipo B 19 necesitó el planeamiento de 11 diseños principales antes de ser construído.

En otras palabras, los resultados obtenidos en el túnel aerodinámico deben ser avaluados antes que el prototipo sea construído al tamaño natural.

Luego, ese prototipo, como así los demás equipos para las pruebas deben ser construídos seleccionando las aleaciones y materiales aptos para el servicio, y el acabado de esas piezas « ajustarse » a las normas correspondientes.

Después de todo lo expuesto, recién se realizan las pruebas de funcionamiento que permitirán establecer los cambios necesarios que aconseje el departamento de ingeniería.

Las modificaciones a su vez, son materializadas en los modelos de prueba, y en « paralelo » con todo esto debe agregarse una elaborada producción de ingeniería como así también el diseño de las herramientas e implementos necesarios.

Finalmente, el avión debe «afinarse » según las sugerencias que resulten del análisis de las nuevas pruebas de servicio, que son preliminares a su utilización comercial o bélica.

Después del ciclo referido se considera que la aeronave en cuestión constituye un conjunto apto para el uso. Similarmente para el desarrollo de un nuevo motor de aviación se emplea el mismo

criterio, y la experiencia demuestra que se necesitan también por lo menos 4 años para llegar « al pico » de la producción en fábricas perfectamente instaladas.

Así pues, la etapa final de la producción aeronáutica significa un gran esfuerzo previo y no obstante que el diseño sólo representa en general 7,5 % del tiempo total, requiere en cambio *personal especializado.*

Ese *personal especializado* que no se puede preparar en situaciones de emergencia, debe ser parte *necesariamente* de la educación en tiempo de paz.

En ingeniería aeronáutica, se pueden hacer muchas cosas, pero resulta imposible « empujar » el tiempo.

Las pruebas de un prototipo representan en términos generales el 20 % del tiempo total de trabajo, mientras que los cambios introducidos durante la fabricación por otras razones varían entre el 15 y el 40 %. El remanente de 25 % es imputable al desarrollo de herramientas y otras industrias accesorias de alta calidad.

Lo dicho hasta aquí, fué con el objeto de puntualizar un hecho de grandísima importancia: el mayor esfuerzo en la producción que nos ocupa lo hace el ingeniero aeronáutico en coordinación con el metalurgista.

La situación se traduce en la práctica como la necesidad que la investigación industrial con propósitos comerciales o militares imponga a las empresas un nuevo requisito: que el grupo entregado a tales tareas incluya personal en cantidad suficiente, en los campos afines de la investigación para tratar de realizar el máximo del conocimiento técnico aplicado (*).

Pero pese a todo, los modelos de aviones, pierden su actualidad con gran rapidez y especialmente los de guerra, se renuevan cada dos o tres años; o en otra forma: la evolución de las máquinas aéreas es afectada por no sólo con las innovaciones aerodinámicas y estructurales, sino por los adelantos metalúrgicos y los métodos de fabricación.

(*) En la actualidad como consecuencia de que los estudiantes de ingeniería debieron seguir otros entrenamientos durante la guerra, existe un « déficit » de ingenieros que en algunas naciones *llegaba a 70.000* en total.

Según algunos autores, este hecho contribuiría a justificar la necesidad que la investigación relacionada con la aeronuticas e efectúe en laboratorios del Estado, al que además le resulta más fácil mantenerla.

Debido a razones cuyo análisis no viene al caso, los aviones de combate cuyo peso promedio se estimaba en el año 1941 en 1635 kilos, llegaban en 1946 a 2525 kilos; de la misma manera aeronaves más pesadas cuyo promedio resultaba 4500 kilos en 1941, sobrepasaban de 8000 kilos en 1946; y así siguiendo se establece que el peso de las grandes aeronaves se aumentó en el 100 % o más, con respecto a exactamente los mismos modelos del año 1941.

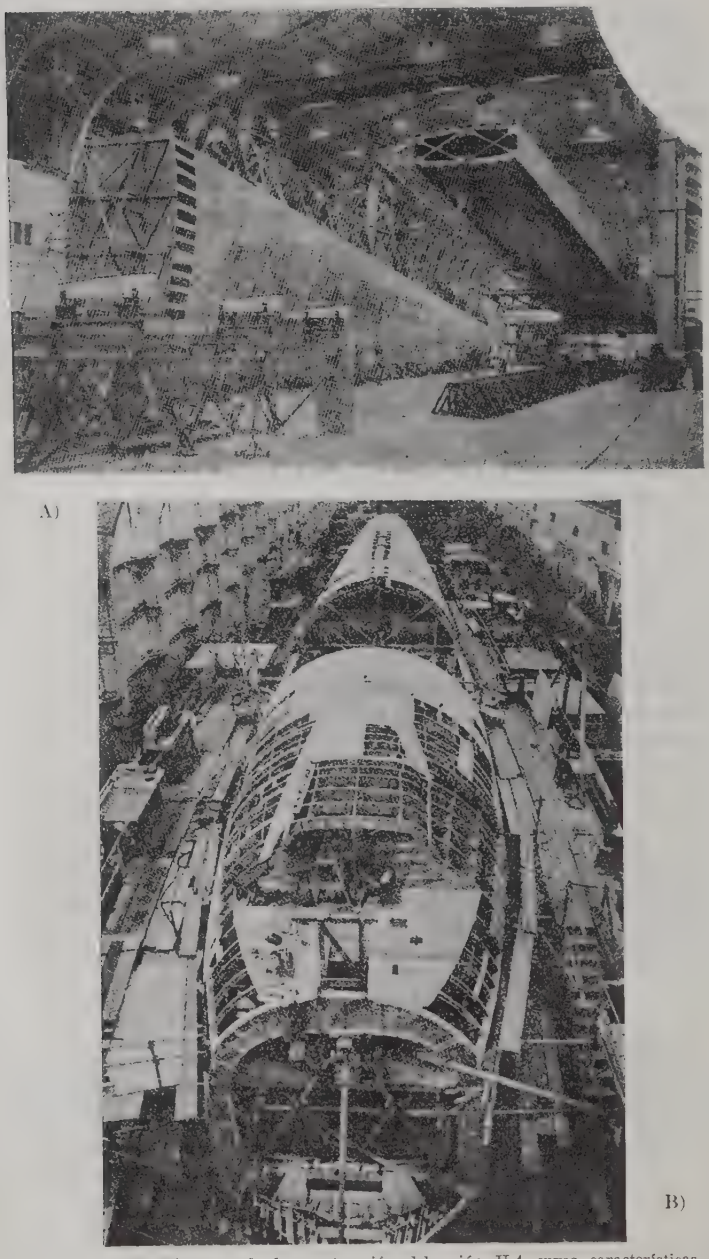
El avión « Hughes Flyning Boat » conocido mejor como H_4 tiene por ejemplo las siguientes características generales: (*)

Peso con carga total	206	toneladas m.
Carga útil	60	» (o sea 350 soldados con su equipo).
Potencia: 8 motores de 3.000 HP c/u, o sea	24.000	HP.
Hélice de paso variable de 4 palas diámetro	5,35	m.
Velocidad máxima a nivel del mar	350	k p. h.
» de crucero	282	k p. h.
» de aterrizaje	125	k p. h.
Distancia » »	1.500	m
Envergadura	96	»
Largo	98	»
Ancho del ala en la raíz del bote	3,90	»
Altura del bote	9	»
Ancho » »	7,5	»
Combustible en tanques de 1.000 galones c/u, total	7	toneladas

Las figuras Nº 2 A - B ilustran varias fases durante la fabricación del avión referido, que es el más grande construido hasta la fecha.

(*) La construcción del bote, alas, etc., es casi totalmente de madera en contraplaados cuyo espesor es se $^1/_8$ a $^1/_{164}$", encolados con base de fenol-formaldehidos. El proyecto inglés « Black-burn» y el N.A. modelo 37 N.A. pesaban 150 y 320 tonelalas, respectivamente, y su construcción será metálica.

(« Automotor y Aviation Industrie », agosto 15/45).



A)

B)

FIG. 2 A y 2 B. — Aspectos de la construcción del avión H 4 cuyas características se mencionan en el texto.

En cuanto a otro tipo de aeronave, diremos ha sido probada en vuelo el ala voladora XB 35 Northrop cuyas características generales son:

Peso con carga total	73,5 toneladas (carga útil 33,1 toneladas)
Envergadura	52,4 m
Cuerda del ala en la parte media ...	14,40 »
Altura máxima del ala	6,12 »
Potencia: 4 motores de 3.000 HP c/u	12.000 HP.
Hélices de 4 palas contrarotativas de paso variable cuyo diámetro es ...	4,67 m
Velocidad estimada.....	580 k. p. h.

Las fotografías Nº 3 A - B corresponden a una vista general que permite formarse una idea con relación a sus dimensiones.

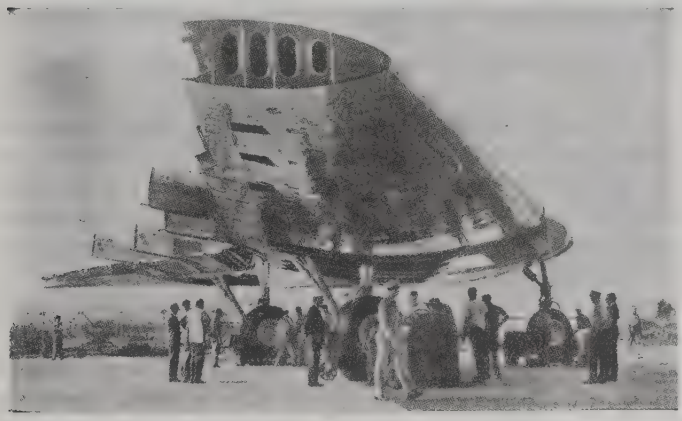


FIG. 3 A. — Ala voladora Nortrhop, cuyas características se indican en el texto.

Proyectos similares, empleando la propulsión por reacción mediante las turbinas a gas, se cuentan por decenas y muchos son tan ingeniosos que bien merecerían un comentario aparte.

Cuando se habla de crear en el país una *conciencia aeronáutica* — y bien venida sea — entiendo y es mi modesto juicio, que ello es otra necesidad primera e inmediata, a la cual todos debemos contribuir para obtener los mejores resultados en la siguiente etapa.

En este sentido, se podrían generalizar a la aeronáutica los conceptos vertidos por el Capitán ingeniero Ruiz en su reciente y enjundioso trabajo que menciono en la bibliografía.

Fig. 3 B. — Ala voladora Nortrhop, cuyas caracteristicas se indican en el texto.

IV) Ejemplos relativos a las aleaciones (con referencia de ciertas aleaciones fabricadas en el pais). — Para realizar el estudio general con respecto a la cantidad de aleaciones de la actual metalurgia nacional, se deben tener en consideración los valores de la tabla I, estimados para las condiciones de trabajo que más se ajustan en este concepto a la realidad.

Naturalmente que la precisión de estos datos es relativa, porque el coeficiente de utilización de los hornos no es exactamente conocido debido a las condiciones de trabajo locales. Así por ejemplo, las campañas de trabajo de los hornos Siemens-Martín, tienen valores muy dispares: un establecimiento cambia los refractarios de las paredes cada 100 ó 150 coladas; mientras que otro puede alcanzar 250 ó 300, antes de someterlo a reparación.

Claro está que esas variaciones son imputables no sólo a la diferente calidad de los ladrillos refractarios usados en cada caso, sino que depende también de la forma de ejecución de la fusión y del tipo de carga.

Lo mismo puede decirse de la manutención en servicio de los cubiletes, y en menor escala de los hornos eléctricos.

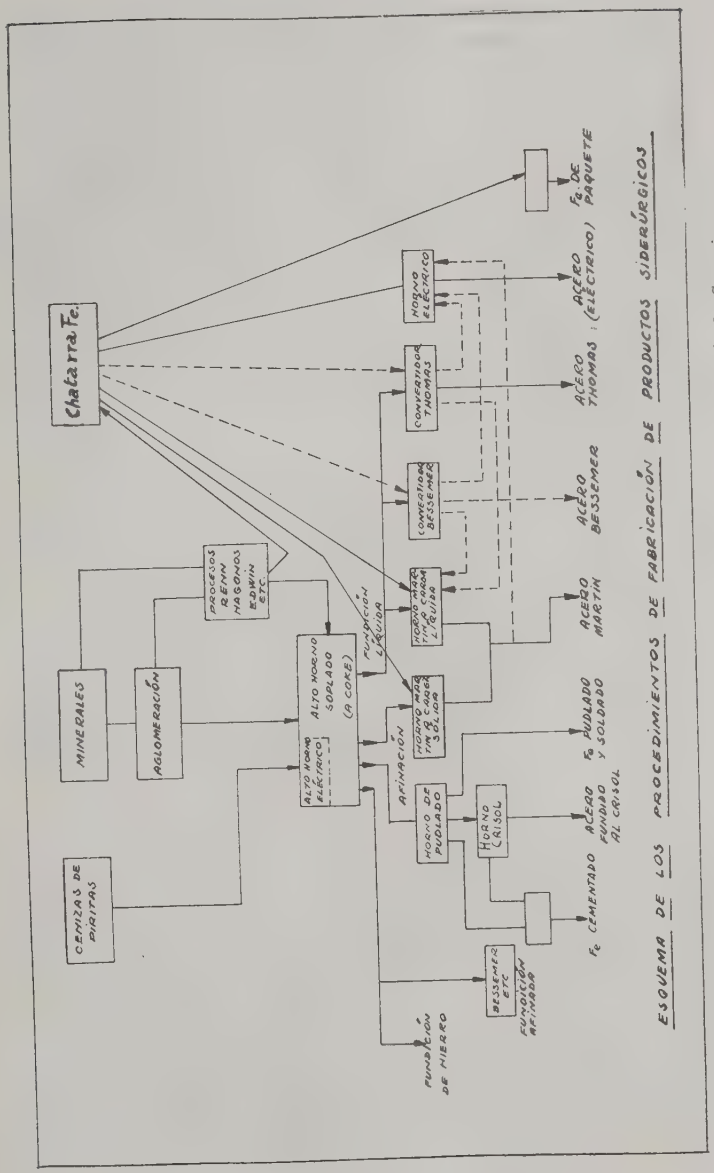


LÁMINA I. — Procesos de transformación siderúrgicos, compilados después de Guzzoni.

TABLA I

Producción nacional de hierro colado (fundiciones) y acero común al carbono con referencia a los hornos usados. (Cálculo aproximado)

Tipo de horno utilizado	Cantidad de hornos para cada tipo (unidades)	Capacidad máxima de carga en condiciones óptimas (toneladas) Referidas a la carga; o por día	Producción máxima anual teórica (Toneladas anuales)	Producción estimada para el año 1946-47 (toneladas) (Estimado sobre la base del consumo habido en 1946)	Observaciones generales
Alto horno.	1	75 por día	...	...	
Cubilotes para fundiciones en general.	112	193,7 carga	84.560	68.000	
Siemens-Martin para acero común al carbono.	25	272,5 » (1)	219.800	166.000	La totalidad trabaja con hornos de revestimiento básico. (1) Incluído 12 a 30 % de lingote, las ferroaleaciones y demás agregados.
Eléctricos incluídos los de de inducción.	39	26,5 »	12.600	10.000	(2), (3) y (4). Comprende la producción de los aceros al silicio-manganeso, cromo-níquel, etc., que en total alcanza a 420 toneladas/año, en todas sus formas.
Convertidores Bessemer.	9	10,0 »	3.800	2.500 (3)	(3) Este valor debe tomarse con cierta reserva, debido a los largos períodos de reparación a que se somete al horno periódicamente.
Crisoles.	?	5,0 »	142	28 (4)	(4) Estos valores resultan difíciles de comprobar, y se basan en la producción real de casos comprobados técnicamente.

En el caso de los convertidores Bessemer, debido a su pequeña significación frente a la producción ya mencionada, de acuerdo a la tabla I, el período de utilización no tiene importancia.

Pero concretando el problema, cabe afirmar que la adición de lingote en los hornos mencionados en la tabla I, depende del tipo de material que se desee obtener. En este análisis y para aproximarlo más a las verdaderas condiciones nacionales, supondremos que se manufactura acero común al carbono en la producción Siemens-Martin; acero de aleación en los Bessmer y eléctricos; y fundición con más de 1,75 % de carbono en los procesos de cubilote.

Considerando las adiciones normales que se indican en la tabla II en porcentaje de lingote de la *espeficicación adecuada* para una calidad y composición media del acero, surge aproximadamente la cantidad de *lingote total* para satisfacer las necesidades del mercado nacional.

TEBLA II

Estimación de la cantidad de lignote para la producción nacional de acero y fundición

Tipo del horno	Producción estimada en ton.	% de lingote agregado	Cantidad de lingote en ton.
Siemens Martin	166.000	20 a 30 %	33.200 a 39.800
Cubilote	68.000	0 » 50 »	0 » 34.000
Eléctrico	10.000	15 » 20 »	1.500 » 2.500
Bessemer	2.500	0 » 100 »	
Crisoles	600	10 » 15 »	60 » 90
Total			34.760 a 75.890

Como por otra parte las adiciones de lingote están dentro de los porcentajes indicados, es justificable tomar el promedio entre ambos valores totales, con lo cual se establecería un consumo aproximadamente de 55.000 toneladas en cifras redondas, para los procesos siderúrgicos en general, agrupando la totalidad de los métodos de fusión aplicados por la industria metalúrgica en el país.

Claro está que la cantidad de lingote agregado puede variar dentro de límites muy amplios, dependiendo de la calidad y especificación del producto final, y por esta razón el consumo promedio de lingote podría resultar menor de 55.000 toneladas, como en realidad acontece en este momento.

Sin abundar en otros pormenores, es evidente que la contribución realizada en este sentido por la Dirección General de Fabricaciones Militares mediante la creación del alto horno de Zapla, permite el aprovechamiento en forma integral de parte de las posibilidades siderúrgicas de la nación.

Además de lo expuesto, resultará adecuado referir los valores de la importación de varios productos siderúrgicos, según se presenta en la Tabla III.

TEBLA III

Volumen de la importación para lingotes de fundición, ferroaleaciones y aceros especiales, en kilogramos

Fecha	Lingote para fundición	Ferroaleaciones, varias	Aceros especiales, varios
1935	24.969.120	No está discrim.	9.833.000 (4)
1936	26.720.880	» » »	8.956.000 (4)
1937	52.106.111	» » »	10.010.000 (4)
1938	28.235.440	» » »	13.633.000 (4)
1939	55.784.445	» » »	9.903.000 (4)
1940	28.179.985	» » »	11.975.000 (4)
1941	28.121.095	» » »	5.419.000 (4)
1942	8.051.325	» » »	5.082.000 (4)
1943	22.988.450	» » »	2.736.000 (4)
1944	16.471.193	3.083.911	2.801.798 (**)
1945	12.023.000 (*)	2.183.000	2.699.800 (**)
1946	27.334.400 (*)	3.260.700	5.257.300 (**)
Suma total	330.985.444	8.488.611	89.005.898
Promedio	27.592.120	2.829.537	7.427.158

Observaciones:

(*) Estimada.

(**) Algunas cantidades son aceros comunes, pero no se pudo discriminar.

(4) Estos valores corresponden en realidad a « formas » de planchuela, barra etc., cuya composición *no se conoce.*

V) CONSIDERACIONES CON RESPECTO A LA COMPOSICIÓN DEL LINGOTE MÁS ADECUADA PARA LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DEL ACERO Y DE LA FUNDICIÓN. — La composición química del arrabio o del lingote que se utiliza en la siderurgia, depende entre otros factores del procedimiento empleado.

Así por ejemplo, para los hornos Siemens-Martin, o para cubilotes, se puede distinguir entre las más aptas, las composiciones siguientes:

TABLA IV

Características químicas de lingotes para el procedimiento Siemens Martin o de cubilote

Composición	C %	Si %	Mn %	S %	P %
1) lingote de moldeo	3,6 a 4	2,8 a 3,5	1 a 1,1	0,03 a 0,05	0,40 a 0,60
2) Lingote gris ...	2,25 » 3,75	1 » 1,5	0,1 » 0,25	0,03 » 0,05	0,06
3) » blanco .	3 » 3,25	0,5 » 0,75	0,1 » 0,25	0,05 » 0,08	0,06
4) » atruchado	3,50	0,9 » 1,10	0,1 » 0,25	0,05 » 0,08	0,40 a 0,60
5) Lingote S-M básico	2,4	0,8 » 1	1 » 1,5	0,05 » 0,08	0,7 a 1,0 (1)

(1) La composición para hornos eléctricos, contiene en general menor cantidad de carbono, silicio, manganeso, y, especialmente, fósforo (P ≤ 0,06 %).

Cabe mencionar que también la cantidad de lingote agregado, varía según el tipo de horno empleado, y para el procedimiento Siemens-Martín, por ejemplo, debe ser entre el 8 y el 25 % del lingote (ver tabla IV) (*).

Como se sabe, se puede adicionar fundición gris con hasta 2 5,% (ver tabla IV (5)) de silicio, u otra composición adecuada; y en el proceso de fusión con cubilote es factible emplear hasta el 100 por ciento de lingote, siempre que su composición sea la adecuada en cada caso.

Conviene pues describir la composición química de los lingotes producidos en el alto horno de Zapla, para completar estas primeras y breves consideraciones con relación a la manufactura de las aleaciones férreas comunes.

La tabla V indica los tipos de arrabio producidos hasta hace pocos meses, en los altos hornos de Zapla.

(*) Así por ejemplo, cuando debido al conflicto bélico 1939-45 no llegaba al país lingote en la cantidad necesaria, el egregado en los hornos San Martín, se redujo hasta el 8-10 %, y en algunos casos se la suprimió.

Tabla V

Diferentes composiciones de arrabio producido en Zapla

Composición	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV
C %	3,2 a 4	3,5 a 4,2	3,5 a 4,2	3,5 a 4,2
Si »	0,35 » 0,50	0,70 » 1,5	1,2 » 2	2,02 » 4,0
Mn	mínimo 0,2	mínimo 0,4	> 0,4	> 0,4
P	> 1	0,7 a 1,3	0,7 a 1,5	0,6 a 1,5
S	> 0,06	> 0,05	> 0,05	> 0,05

Actualmente la producción ha quedado definida para los tipos fundamentales I y IV (ver tabla V), teniendo en cuenta que el mayor consumo en el país se refiere a los hornos Siemens-Martín.

Tabla VI

Tipos de aceros comunes al carbono y especiales, de fabricación nacional

Tipo	Elementos %								Otros
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	W	
1 °	0,20	0,40	0,30	0,10	0,15				
	a	a	a	a	a	—	—	—	—
	1,10	1,25	1,5	0,04	00,4				
2	0,20	0,80	0,45	0,08	0,08				
	a	a	a	a	a	—	—	—	—
	0,95	1,60	5,5	0,04	0,04				
3	0,25	0,40	0,30	0,08	0,08	0,80	0,50		
	a	a	a	a	a	a	a		—
	1,10	0,80	0,60	0,04	0,04	3,25	2,25		
4	0,25	0,40	0,30	0,08	0,07	3,25	0,25		
	a	a	a	a	a	a	a	—	—
	0,95	0,60	0,60	0,04	0,04	18	0,10		
5	0,20	0,20	0,30	0,08	0,08	12		0,50	0,50
	a	a	a	a	a	a	—	a	
	0,90	0,60	0,50	0,04	0,04	18		4	1,5
6	0,50	0,20	0,30	0,08	0,08	0,50		5	
	a	a	a	a	a	a	—	a	—
	0,95	0,60	0,60	0,04	0,04	0,95		12	

Estos valores son aproximados.

Producción nacional de aceros. — Concretando el análisis a la producción nacional de aceros, es fácil deducir que de acuerdo a la tabla I, la casi totalidad está representada por los *aceros comunes al carbono*, y en consecuencia *solamente* el 0,11 % del total de los productos férreos se convierte en aceros de aleación propiamente dichos.

La composición típica característica de las principales aleaciones de acero, producidas hasta ahora en el país, en escala industrial se ilustra en la tabla VI.

En otras disertaciones que he tenido el placer de pronunciar sobre los temas: « Nuevos métodos metalúrgicos para la producción de aleaciones especiales », « Lo que puede esperar la industria aeronáutica argentina de la industria metalúrgica nacional » y « La contribución de la metalurgia en la construcción de la turbina a gas », creo haber ilustrado concretamente lo relativo a los materiales de construcción de aeronaves, y en particular las utilizadas en las modernas estructuras.

No insistiré pues, pero a mi juicio aquellas conclusiones son aún de actualidad, con respecto a la fabricación nacional, y capacidad máxima y normal de producción como así la calidad y tipo de la misma, que se resume en la tabla I.

Según los valores de la tabla I, el total estimado para las aleaciones *férreas comunes* alcanzaría este año a 246.500 toneladas, que dicho sea de paso nos coloca en segundo lugar en Sud América, después de la República del Brasil que en 1945 llegó a manufacturar 453.000 toneladas.

Pero lo que es más importante, los « aceros de aleación » o « aceros especiales », restringidos en nuestra metalurgia, a las adiciones de níquel, cromo, silicio, manganeso, vanadio, y tungsteno, apenas alcanza en total 420 toneladas anuales.

Esto es decir, que sólo el 0,13 % aproximadamente de la producción total de las aleaciones ferrosas, se transforma en aceros de aleación binaria o ternaria.

Debe tenerse presente además, que cuando se habla de las construcciones aeronáuticas modernas, se mencionan indirectamente las aleaciones de aceros a base de cromo, níquel, molibdeno; los metales resistentes a elevadas temperaturas « confeccionados » con cromo, tungsteno, silicio, manganeso, níquel, cobalto, columbio, titanio,

selenio, nitrógeno, etc., cuya fabricación es compleja y muy costosa, no habiéndose intentado aún en el país.

Claro está que esa etapa de fabricación, significa siempre haber perfeccionado antes la metalurgia común de las aleaciones más sencillas.

Sin embargo, no significa que resulte ilógico proveer a tal fabricación especializada para los momentos de emergencia, o para las necesidades generales que se consideren adecuadas, pues *ningún material es caro* cuando por razones de defensa nacional se debe emplear, ni tampoco puede estar supeditado exclusivamente a una posible importación.

Teniendo en cuenta todos estos factores y otros que no podemos referir en esta disertación, se concluye que la capacidad anual de producción máxima de nuestra fabricación aeronáutica estaría representada por 60 aviones de hasta 6000 kilos. Pero todo esto, no puede tomarse como una alternativa inflexible, pues conviene recordar que una idea o concepto metalúrgico rara vez pueda aplicarse en la ingeniería aeronáutica en el transcurso de un plazo breve.

Generalmente toma en conjunto mucho tiempo, sin dudar que la «mortalidad infantil» — si me permiten ustedes la frase — es en esta clase de proyectos mucho mayor que la humana.

Nada más inmediato para la comparación en este aspecto, que los materiales empleados en la construcción de la turbina de gas.

Por ello me parece útil transcribir algunos conceptos que ya fueron mencionados, con respecto a las condiciones generales de trabajo y utilización de algunas modernas aleaciones usadas en los motores y turbinas de las aeronaves (*).

Desde el punto de *vista del diseñador*, esas aleaciones deben caracterizarse por las siguientes condiciones principales:

1) Considerable resistencia mecánica, estática y dinámica.

2) Mínima deformación compatible durante la aplicación de las cargas.

3) Elevado período de utilización «o vida» del material.

4) Considerable resistencia mecánica a temperaturas diferentes de la ambiente.

5) Resistencia a la oxidación y a la corrosión.

6) Pequeña dilatación térmica.

(*) Para más detalles: «La contribución de la metalurgia en la construcción de la turbina de gas». Ing. De Nardo. *Anales S. C. A.*, sept. 1946.

7) Resistencia adecuada a la deformación lenta en función de la temperatura « creep ».

8) Resistencia a las « fluctuaciones » de calor, o de tensión.

9) Gran valor de la tensión específica referida al cociente tensión/peso específico.

Y con respecto a las condiciones *requeridas por el fabricante,* tenemos además:

10) Facilidad de mecanización y acabado, referida a todos los procesos tecnológicos.

11) Indiferencia del material a la concentración de esfuerzos.

12) Bajo costo.

Finalmente, *el comprador,* pone también su grano de arena, pues está interesado en que el material que va a adquirir cumpla las *especificaciones y ensayos* tan rigurosamente como sea posible, es decir, quiere *asegurarse al máximo* que el elemento en cuestión es *seguro en servicio,* y que su *rendimiento de utilización y manutención,* es adecuado.

En otras palabras, según este ejemplo, el material debería satisfacer *simultáneamente quince requisitos* principales, además de otros tantos que dependen de la metalurgia de la aleación.

Ninguna de las aleaciones conocidas, y en total existen en el mercado unas 13.000, pueden reunir simultáneamente todos los valores óptimos referidos.

El problema interesantísimo y complejo para el ingeniero aeronáutico, para el diseñador, y para el metalurgista, consiste en realizar el « mejor balance » o solución de compromiso entre todos los factores, teniendo como meta final la mejor forma de su aplicación práctica.

Claro está que otros « factores desconocidos » —lo cual es una confesión de la limitación de la ingeniería— están tomados en cuenta por el diseñador que aplica *cierto coeficiente de seguridad* en sus cálculos.

Justamente, el ejemplo es adecuado, pues en los materiales de los aviones la comparación entre los diversos factores de seguridad depende de las condiciones de utilización, y cuando están sometidos a temperaturas de trabajo elevadas, como ocurre en los pistones, combustores, etc., el coeficiente de seguridad tiende a conver-

tirse más y más en una verdadera limitación en las consideraciones del diseño.

Lo expuesto toma características extremas cuando como en las turbinas de gas, la necesidad de aumentar el rendimiento termodinámico significa el incremento cada vez mayor de la temperatura de trabajo.

Aunque esta comparación pueda referirse a tipos diferentes de aleaciones « resistentes a temperaturas elvadas », se comprueba que la relación entre las *cargas de rotura* y de « *creep* » aumenta con la temperatura.

Según el Ing. Dr. C. T. Evans, a quien agradezco la fina atención de sus informaciones, la relación mencionada entre « tensión » y « creep » *no tiene aún excepción* entre las aleaciones ensayadas hasta la fecha por el mismo investigador.

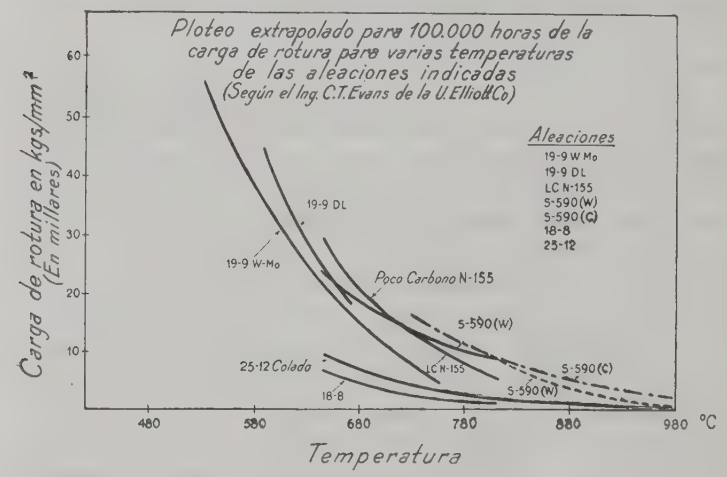


FIG. 4 — Efecto de la temperatura en la carga de rotura para 100.000 horas de vida (C. T. Evans).

La figura 4 pone en evidencia un hecho muy interesante: *para temperaturas superiores de 870°C*, las cargas de « creep » de las llamadas « superaleaciones », sólo tienen un pequeño incremento sobre las aleaciones del tipo férreo más común, cuyo grupo característico es:

Llamamos la atención con respecto a estos números, que ilustran elocuentemente sobre lo complejo de la movilización realizada, porque fueron *necesarios 6 años* para llegar a la « cúspide » de la producción aeronáutica.

Todo ello por medio de un trabajo eficiente, en un país con inmensos recursos de todo orden, lejos de los bombardeos, y con sus transportes y comunicaciones normales.

Además, resultará muy significativo conocer el esfuerzo que representa en aeronáutica la preparación de una aeronave, y aunque los datos que mencionaremos a continuación tienen sólo valor general bosquéjase el plan de ejecución.

En este sentido el trabajo de los ingenieros es fundamental: por ejemplo, la superfortaleza volante B 19, o más recientemente la B 36, o el Messersmitt, o el Spitfire, o el Barbason, o el Douglas, etc., *requirieron hasta 8 años* desde el momento de su concepción (diseño) hasta la actuación en servicio.

En resumen, para no seguir abundando en estos detalles, un avión bombardero del tipo B 19 necesitó el planeamiento de 11 diseños principales antes de ser construído.

En otras palabras, los resultados obtenidos en el túnel aerodinámico deben ser avaluados antes que el prototipo sea construído al tamaño natural.

Luego, ese prototipo, como así los demás equipos para las pruebas deben ser construídos seleccionando las aleaciones y materiales aptos para el servicio, y el acabado de esas piezas « ajustarse » a las normas correspondientes.

Después de todo lo expuesto, recién se realizan las pruebas de funcionamiento que permitirán establecer los cambios necesarios que aconseje el departamento de ingeniería.

Las modificaciones a su vez, son materializadas en los modelos de prueba, y en « paralelo » con todo esto debe agregarse una elaborada producción de ingeniería como así también el diseño de las herramientas e implementos necesarios.

Finalmente, el avión debe «afinarse » según las sugerencias que resulten del análisis de las nuevas pruebas de servicio, que son preliminares a su utilización comercial o bélica.

Después del ciclo referido se considera que la aeronave en cuestión constituye un conjunto apto para el uso. Similarmente para el desarrollo de un nuevo motor de aviación se emplea el mismo

criterio, y la experiencia demuestra que se necesitan también por lo menos 4 años para llegar « al pico » de la producción en fábricas perfectamente instaladas.

Así pues, la etapa final de la producción aeronáutica significa un gran esfuerzo previo y no obstante que el diseño sólo representa en general 7,5 % del tiempo total, requiere en cambio *personal especializado.*

Ese *personal especializado* que no se puede preparar en situaciones de emergencia, debe ser parte *necesariamente* de la educación en tiempo de paz.

En ingeniería aeronáutica, se pueden hacer muchas cosas, pero resulta imposible « empujar » el tiempo.

Las pruebas de un prototipo representan en términos generales el 20 % del tiempo total de trabajo, mientras que los cambios introducidos durante la fabricación por otras razones varían entre el 15 y el 40 %. El remanente de 25 % es imputable al desarrollo de herramientas y otras industrias accesorias de alta calidad.

Lo dicho hasta aquí, fué con el objeto de puntualizar un hecho de grandísima importancia: el mayor esfuerzo en la producción que nos ocupa lo hace el ingeniero aeronáutico en coordinación con el metalurgista.

La situación se traduce en la práctica como la necesidad que la investigación industrial con propósitos comerciales o militares imponga a las empresas un nuevo requisito: que el grupo entregado a tales tareas incluya personal en cantidad suficiente, en los campos afines de la investigación para tratar de realizar el máximo del conocimiento técnico aplicado (*).

Pero pese a todo, los modelos de aviones, pierden su actualidad con gran rapidez y especialmente los de guerra, se renuevan cada dos o tres años; o en otra forma: la evolución de las máquinas aéreas es afectada por no sólo con las innovaciones aerodinámicas y estructurales, sino por los adelantos metalúrgicos y los métodos de fabricación.

(*) En la actualidad como consecuencia de que los estudiantes de ingeniería debieron seguir otros entrenamientos durante la guerra, existe un « déficit » de ingenieros que en algunas naciones *llegaba a 70.000* en total.

Según algunos autores, este hecho contribuiría a justificar la necesidad que la investigación relacionada con la aeronuticas e efectúe en laboratorios del Estado, al que además le resulta más fácil mantenerla.

Debido a razones cuyo análisis no viene al caso, los aviones de combate cuyo peso promedio se estimaba en el año 1941 en 1635 kilos, llegaban en 1946 a 2525 kilos; de la misma manera aeronaves más pesadas cuyo promedio resultaba 4500 kilos en 1941, sobrepasaban de 8000 kilos en 1946; y así siguiendo se establece que el peso de las grandes aeronaves se aumentó en el 100 % o más, con respecto a exactamente los mismos modelos del año 1941.

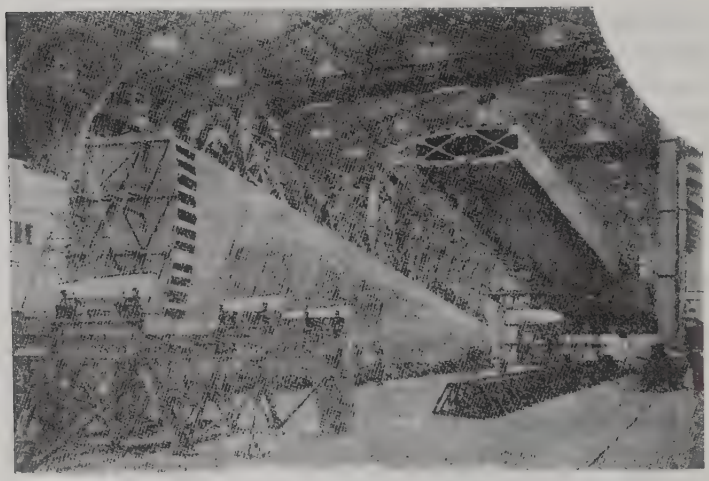
El avión « Hughes Flyning Boat » conocido mejor como H_4 tiene por ejemplo las siguientes características generales: (*)

Peso con carga total	206	toneladas m.
Carga útil	60	» (o sea 350 soldados con su equipo).
Potencia: 8 motores de 3.000 HP c/u, o sea	24.000	HP.
Hélice de paso variable de 4 palas diámetro	5,35	m.
Velocidad máxima a nivel del mar ..	350	k p. h.
» de crucero	282	k p. h.
» de aterrizaje	125	k p. h.
Distancia » »	1.500	m
Envergadura	96	»
Largo	98	»
Ancho del ala en la raíz del bote ...	3,90	»
Altura del bote	9	»
Ancho » »	7,5	»
Combustible en tanques de 1.000 galones c/u, total	7	toneladas

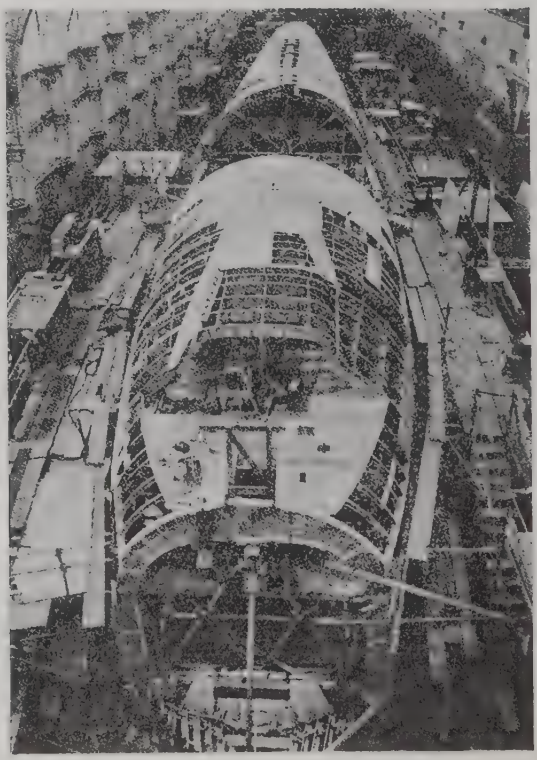
Las figuras Nº 2 A - B ilustran varias fases durante la fabricación del avión referido, que es el más grande construido hasta la fecha.

(*) La construcción del bote, alas, etc., es casi totalmente de madera en contraplaados cuyo espesor es se $^1/_8$ a $^1/_{164}$", encolados con base de fenol-formaldehidos. El proyecto inglés « Black-burn» y el N.A. modelo 37 N.A. pesaban 150 y 320 tonelalas, respectivamente, y su construcción será metálica.

(« Automotor y Aviation Industrie », agosto 15/45).



A)



B)

FIG. 2 A y 2 B. — Aspectos de la construcción del avión H 4 cuyas características se mencionan en el texto.

En cuanto a otro tipo de aeronave, diremos ha sido probada en vuelo el ala voladora XB 35 Northrop cuyas características generales son:

Peso con carga total	73,5 toneladas (carga útil 33,1 toneladas)
Envergadura	52,4 m
Cuerda del ala en la parte media ...	14,40 »
Altura máxima del ala	6,12 »
Potencia: 4 motores de 3.000 HP c/u	12.000 HP.
Hélices de 4 palas contrarotativas de paso variable cuyo diámetro es ...	4,67 m
Velocidad estimada	580 k. p. h.

Las fotografías Nº 3 A - B corresponden a una vista general que permite formarse una idea con relación a sus dimensiones.

FIG. 3 A. — Ala voladora Nortrhop, cuyas características se indican en el texto.

Proyectos similares, empleando la propulsión por reacción mediante las turbinas a gas, se cuentan por decenas y muchos son tan ingeniosos que bien merecerían un comentario aparte.

Cuando se habla de crear en el país una *conciencia aeronáutica* —y bien venida sea— entiendo y es mi modesto juicio, que ello es otra necesidad primera e inmediata, a la cual todos debemos contribuir para obtener los mejores resultados en la siguiente etapa.

En este sentido, se podrían generalizar a la aeronáutica los conceptos vertidos por el Capitán ingeniero Ruiz en su reciente y enjundioso trabajo que menciono en la bibliografía.

Fig. 3 B. — Ala voladora Northop, cuyas caracteristicas se indican en el texto.

IV) Ejemplos relativos a las aleaciones (con referencia de ciertas aleaciones fabricadas en el pais). — Para realizar el estudio general con respecto a la cantidad de aleaciones de la actual metalurgia nacional, se deben tener en consideración los valores de la tabla I, estimados para las condiciones de trabajo que más se ajustan en este concepto a la realidad.

Naturalmente que la precisión de estos datos es relativa, porque el coeficiente de utilización de los hornos no es exactamente conocido debido a las condiciones de trabajo locales. Así por ejemplo, las campañas de trabajo de los hornos Siemens-Martín, tienen valores muy dispares: un establecimiento cambia los refractarios de las paredes cada 100 ó 150 coladas; mientras que otro puede alcanzar 250 ó 300, antes de someterlo a reparación.

Claro está que esas variaciones son imputables no sólo a la diferente calidad de los ladrillos refractarios usados en cada caso, sino que depende también de la forma de ejecución de la fusión y del tipo de carga.

Lo mismo puede decirse de la manutención en servicio de los cubiletes, y en menor escala de los hornos eléctricos.

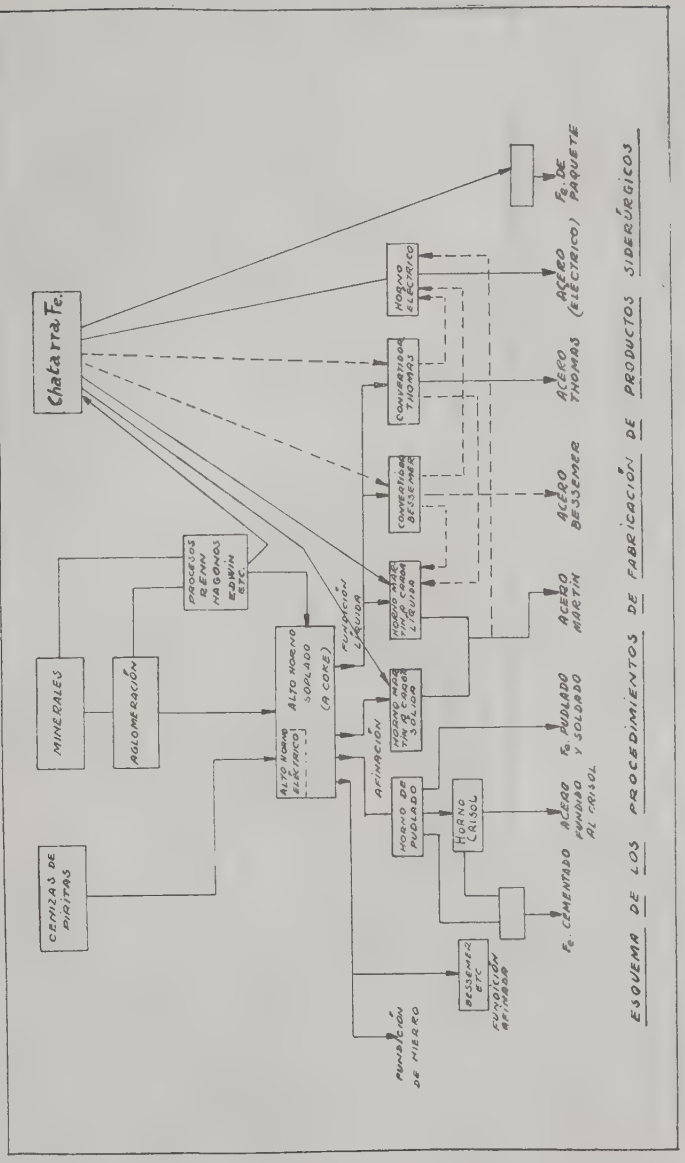


LÁMINA I. — Procesos de transformación siderúrgicos, compilados después de Guzzoni.

TABLA I

Producción nacional de hierro colado (fundiciones) y acero común al carbono con referencia a los hornos usados. (Cálculo aproximado)

Tipo de horno utilizado	Cantidad de hornos para cada tipo (unidades)	Capacidad máxima de carga en condiciones óptimas (toneladas) Referidas a la carga; o por día	Producción máxima anual teórica (Toneladas anuales)	Producción estimada para el año 1946-47 (toneladas) (Estimado sobre la base del consumo habido en 1946)	Observaciones generales
Alto horno.	1	75 por día	...	...	
Cubilotes para fundiciones en general.	112	193,7 carga	84.560	68.000	
Siemens-Martin para acero común al carbono.	25	272,5 » (1)	219.800	166.000	La totalidad trabaja con hornos de revestimiento básico. (1) Incluído 12 a 30 % de lingote, las ferroaleaciones y demás agregados.
Eléctricos incluídos los de de inducción.	39	26,5 »	12.600	10.000	(2), (3) y (4). Comprende la producción de los aceros al silicio-manganeso, cromo-níquel, etc., que en total alcanza a 420 toneladas/año, en todas sus formas.
Convertidores Bessemer.	9	10,0 »	3.800	2.500 (3)	(3) Este valor debe tomarse con cierta reserva, debido a los largos períodos de reparación a que se somete al horno periódicamente.
Crisoles.	?	5,0 »	142	28 (4)	(4) Estos valores resultan difíciles de comprobar, y se basan en la producción real de casos comprobados técnicamente.

En el caso de los convertidores Bessemer, debido a su pequeña significación frente a la producción ya mencionada, de acuerdo a la tabla I, el período de utilización no tiene importancia.

Pero concretando el problema, cabe afirmar que la adición de lingote en los hornos mencionados en la tabla I, depende del tipo de material que se desee obtener. En este análisis y para aproximarlo más a las verdaderas condiciones nacionales, supondremos que se manufactura acero común al carbono en la producción Siemens-Martin; acero de aleación en los Bessmer y eléctricos; y fundición con más de 1,75 % de carbono en los procesos de cubilote.

Considerando las adiciones normales que se indican en la tabla II en porcentaje de lingote de la *especificación adecuada* para una calidad y composición media del acero, surge aproximadamente la cantidad de *lingote total* para satisfacer las necesidades del mercado nacional.

TEBLA II

Estimación de la cantidad de lignote para la producción nacional de acero y fundición

Tipo del horno	Producción estimada en ton.	% de lingote agregado	Cantidad de lingote en ton.
Siemens Martin	166.000	20 a 30 %	33.200 a 39.800
Cubilote	68.000	0 » 50 »	0 » 34.000
Eléctrico	10.000	15 » 20 »	1.500 » 2.500
Bessemer	2.500	0 » 100 »	
Crisoles	600	10 » 15 »	60 » 90
Total			34.760 a 75.890

Como por otra parte las adiciones de lingote están dentro de los porcentajes indicados, es justificable tomar el promedio entre ambos valores totales, con lo cual se establecería un consumo aproximadamente de 55.000 toneladas en cifras redondas, para los procesos siderúrgicos en general, agrupando la totalidad de los métodos de fusión aplicados por la industria metalúrgica en el país.

Claro está que la cantidad de lingote agregado puede variar dentro de límites muy amplios, dependiendo de la calidad y especificación del producto final, y por esta razón el consumo promedio de lingote podría resultar menor de 55.000 toneladas, como en realidad acontece en este momento.

Sin abundar en otros pormenores, es evidente que la contribución realizada en este sentido por la Dirección General de Fabricaciones Militares mediante la creación del alto horno de Zapla, permite el aprovechamiento en forma integral de parte de las posibilidades siderúrgicas de la nación.

Además de lo expuesto, resultará adecuado referir los valores de la importación de varios productos siderúrgicos, según se presenta en la Tabla III.

TEBLA III

Volumen de la importación para lingotes de fundición, ferroaleaciones y aceros especiales, en kilogramos

Fecha	Lingote para fundición	Ferroaleaciones, varias	Aceros especiales, varios
1935	24.969.120	No está discrim.	9.833.000 (4)
1936	26.720.880	» » »	8.956.000 (4)
1937	52.106.111	» » »	10.010.000 (4)
1938	28.235.440	» » »	13.633.000 (4)
1939	55.784.445	» » »	9.903.000 (4)
1940	28.179.985	» » »	11.975.000 (4)
1941	28.121.095	» » »	5.419.000 (4)
1942	8.051.325	» » »	5.082.000 (4)
1943	22.988.450	» » »	2.736.000 (4)
1944	16.471.193	3.083.911	2.801.798 (**)
1945	12.023.000 (*)	2.183.000	2.699.800 (**)
1946	27.334.400 (*)	3.260.700	5.257.300 (**)
Suma total	330.985.444	8.488.611	89.005.898
Promedio	27.592.120	2.829.537	7.427.158

Observaciones:

(*) Estimada.

(**) Algunas cantidades son aceros comunes, pero no se pudo discriminar.

(4) Estos valores corresponden en realidad a « formas » de planchuela, barra etc., cuya composición *no se conoce.*

V) CONSIDERACIONES CON RESPECTO A LA COMPOSICIÓN DEL LINGOTE MÁS ADECUADA PARA LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DEL ACERO Y DE LA FUNDICIÓN. — La composición química del arrabio o del lingote que se utiliza en la siderurgia, depende entre otros factores del procedimiento empleado.

Así por ejemplo, para los hornos Siemens-Martin, o para cubilotes, se puede distinguir entre las más aptas, las composiciones siguientes:

TABLA IV

Características químicas de lingotes para el procedimiento Siemens Martin o de cubilote

Composición	C %	Si %	Mn %	S %	P %
1) lingote de moldeo	3,6 a 4	2,8 a 3,5	1 a 1,1	0,03 a 0,05	0,40 a 0,60
2) Lingote gris ...	2,25 » 3,75	1 » 1,5	0,1 » 0,25	0,03 » 0,05	0,06
3) » blanco .	3 » 3,25	0,5 » 0,75	0,1 » 0,25	0,05 » 0,08	0,06
4) » atruchado	3,50	0,9 » 1,10	0,1 » 0,25	0,05 » 0,08	0,40 a 0,60
5) Lingote S-M básico	2,4	0,8 » 1	1 » 1,5	0,05 » 0,08	0,7 a 1,0 (1)

(1) La composición para hornos eléctricos, contiene en general menor cantidad de carbono, silicio, manganeso, y, especialmente, fósforo (P ≤ 0,06 %).

Cabe mencionar que también la cantidad de lingote agregado, varía según el tipo de horno empleado, y para el procedimiento Siemens-Martín, por ejemplo, debe ser entre el 8 y el 25 % del lingote (ver tabla IV) (*).

Como se sabe, se puede adicionar fundición gris con hasta 2 5,% (ver tabla IV (5)) de silicio, u otra composición adecuada; y en el proceso de fusión con cubilote es factible emplear hasta el 100 por ciento de lingote, siempre que su composición sea la adecuada en cada caso.

Conviene pues describir la composición química de los lingotes producidos en el alto horno de Zapla, para completar estas primeras y breves consideraciones con relación a la manufactura de las aleaciones férreas comunes.

La tabla V indica los tipos de arrabio producidos hasta hace pocos meses, en los altos hornos de Zapla.

(*) Así por ejemplo, cuando debido al conflicto bélico 1939-45 no llegaba al país lingote en la cantidad necesaria, el egregado en los hornos San Martín, se redujo hasta el 8-10 %, y en algunos casos se la suprimió.

TABLA V

Diferentes composiciones de arrabio producido en Zapla

Composición	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV
C %	3,2 a 4	3,5 a 4,2	3,5 a 4,2	3,5 a 4,2
Si »	0,35 » 0,50	0,70 » 1,5	1,2 » 2	2,02 » 4,0
Mn	mínimo 0,2	mínimo 0,4	> 0,4	> 0,4
P	> 1	0,7 a 1,3	0,7 a 1,5	0,6 a 1,5
S	> 0,06	> 0,05	> 0,05	> 0,05

Actualmente la producción ha quedado definida para los tipos fundamentales I y IV (ver tabla V), teniendo en cuenta que el mayor consumo en el país se refiere a los hornos Siemens-Martín.

TABLA VI

Tipos de aceros comunes al carbono y especiales, de fabricación nacional

Tipo	Elementos %								Otros
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	W	
1	0,20	0,40	0,30	0,10	0,15				
	a	a	a	a	a	—	—	—	—
	1,10	1,25	1,5	0,04	00,4				
2	0,20	0,80	0,45	0,08	0,08				
	a	a	a	a	a	—	—	—	—
	0,95	1,60	5,5	0,04	0,04				
3	0,25	0,40	0,30	0,08	0,08	0,80	0,50		
	a	a	a	a	a	a	a		—
	1,10	0,80	0,60	0,04	0,04	3,25	2,25		
4	0,25	0,40	0,30	0,08	0,07	3,25	0,25		
	a	a	a	a	a	a	a	—	—
	0,95	0,60	0,60	0,04	0,04	18	0,10		
5	0,20	0,20	0,30	0,08	0,08	12		0,50	0,50
	a	a	a	a	a	a	—	a	
	0,90	0,60	0,50	0,04	0,04	18		4	1,5
6	0,50	0,20	0,30	0,08	0,08	0,50		5	
	a	a	a	a	a	a	—	a	—
	0,95	0,60	0,60	0,04	0,04	0,95		12	

Estos valores son aproximados.

Producción nacional de aceros. — Concretando el análisis a la producción nacional de aceros, es fácil deducir que de acuerdo a la tabla I, la casi totalidad está representada por los *aceros comunes al carbono*, y en consecuencia *solamente* el 0,11 % del total de los productos férreos se convierte en aceros de aleación propiamente dichos.

La composición típica característica de las principales aleaciones de acero, producidas hasta ahora en el país, en escala industrial se ilustra en la tabla VI.

En otras disertaciones que he tenido el placer de pronunciar sobre los temas: « Nuevos métodos metalúrgicos para la producción de aleaciones especiales », « Lo que puede esperar la industria aeronáutica argentina de la industria metalúrgica nacional » y « La contribución de la metalurgia en la construcción de la turbina a gas », creo haber ilustrado concretamente lo relativo a los materiales de construcción de aeronaves, y en particular las utilizadas en las modernas estructuras.

No insistiré pues, pero a mi juicio aquellas conclusiones son aún de actualidad, con respecto a la fabricación nacional, y capacidad máxima y normal de producción como así la calidad y tipo de la misma, que se resume en la tabla I.

Según los valores de la tabla I, el total estimado para las aleaciones *férreas comunes* alcanzaría este año a 246.500 toneladas, que dicho sea de paso nos coloca en segundo lugar en Sud América, después de la República del Brasil que en 1945 llegó a manufacturar 453.000 toneladas.

Pero lo que es más importante, los « aceros de aleación » o « aceros especiales », restringidos en nuestra metalurgia, a las adiciones de níquel, cromo, silicio, manganeso, vanadio, y tungsteno, apenas alcanza en total 420 toneladas anuales.

Esto es decir, que sólo el 0,13 % aproximadamente de la producción total de las aleaciones ferrosas, se transforma en aceros de aleación binaria o ternaria.

Debe tenerse presente además, que cuando se habla de las construcciones aeronáuticas modernas, se mencionan indirectamente las aleaciones de aceros a base de cromo, níquel, molibdeno; los metales resistentes a elevadas temperaturas « confeccionados » con cromo, tungsteno, silicio, manganeso, níquel, cobalto, columbio, titanio,

selenio, nitrógeno, etc., cuya fabricación es compleja y muy costosa, no habiéndose intentado aún en el país.

Claro está que esa etapa de fabricación, significa siempre haber perfeccionado antes la metalurgia común de las aleaciones más sencillas.

Sin embargo, no significa que resulte ilógico proveer a tal fabricación especializada para los momentos de emergencia, o para las necesidades generales que se consideren adecuadas, pues *ningún material es caro* cuando por razones de defensa nacional se debe emplear, ni tampoco puede estar supeditado exclusivamente a una posible importación.

Teniendo en cuenta todos estos factores y otros que no podemos referir en esta disertación, se concluye que la capacidad anual de producción máxima de nuestra fabricación aeronáutica estaría representada por 60 aviones de hasta 6000 kilos. Pero todo esto, no puede tomarse como una alternativa inflexible, pues conviene recordar que una idea o concepto metalúrgico rara vez pueda aplicarse en la ingeniería aeronáutica en el transcurso de un plazo breve.

Generalmente toma en conjunto mucho tiempo, sin dudar que la «mortalidad infantil» — si me permiten ustedes la frase — es en esta clase de proyectos mucho mayor que la humana.

Nada más inmediato para la comparación en este aspecto, que los materiales empleados en la construcción de la turbina de gas.

Por ello me parece útil transcribir algunos conceptos que ya fueron mencionados, con respecto a las condiciones generales de trabajo y utilización de algunas modernas aleaciones usadas en los motores y turbinas de las aeronaves (*).

Desde el punto de *vista del diseñador*, esas aleaciones deben caracterizarse por las siguientes condiciones principales:

1) Considerable resistencia mecánica, estática y dinámica.

2) Mínima deformación compatible durante la aplicación de las cargas.

3) Elevado período de utilización «o vida» del material.

4) Considerable resistencia mecánica a temperaturas diferentes de la ambiente.

5) Resistencia a la oxidación y a la corrosión.

6) Pequeña dilatación térmica.

(*) Para más detalles: «La contribución de la metalurgia en la construcción de la turbina de gas». Ing. De Nardo. *Anales S. C. A.*, sept. 1946.

7) Resistencia adecuada a la deformación lenta en función de la temperatura « creep ».

8) Resistencia a las « fluctuaciones » de calor, o de tensión.

9) Gran valor de la tensión específica referida al cociente tensión/peso específico.

Y con respecto a las condiciones *requeridas por el fabricante*, tenemos además:

10) Facilidad de mecanización y acabado, referida a todos los procesos tecnológicos.

11) Indiferencia del material a la concentración de esfuerzos.

12) Bajo costo.

Finalmente, *el comprador*, pone también su grano de arena, pues está interesado en que el material que va a adquirir cumpla las *especificaciones y ensayos* tan rigurosamente como sea posible, es decir, quiere *asegurarse al máximo* que el elemento en cuestión es *seguro en servicio*, y que su *rendimiento de utilización y manutención*, es adecuado.

En otras palabras, según este ejemplo, el material debería satisfacer *simultáneamente quince requisitos* principales, además de otros tantos que dependen de la metalurgia de la aleación.

Ninguna de las aleaciones conocidas, y en total existen en el mercado unas 13.000, pueden reunir simultáneamente todos los valores óptimos referidos.

El problema interesantísimo y complejo para el ingeniero aeronáutico, para el diseñador, y para el metalurgista, consiste en realizar el « mejor balance » o solución de compromiso entre todos los factores, teniendo como meta final la mejor forma de su aplicación práctica.

Claro está que otros « factores desconocidos » —lo cual es una confesión de la limitación de la ingeniería— están tomados en cuenta por el diseñador que aplica *cierto coeficiente de seguridad* en sus cálculos.

Justamente, el ejemplo es adecuado, pues en los materiales de los aviones la comparación entre los diversos factores de seguridad depende de las condiciones de utilización, y cuando están sometidos a temperaturas de trabajo elevadas, como ocurre en los pistones, combustores, etc., el coeficiente de seguridad tiende a conver-

tirse más y más en una verdadera limitación en las consideraciones del diseño.

Lo expuesto toma características extremas cuando como en las turbinas de gas, la necesidad de aumentar el rendimiento termodinámico significa el incremento cada vez mayor de la temperatura de trabajo.

Aunque esta comparación pueda referirse a tipos diferentes de aleaciones « resistentes a temperaturas elvadas », se comprueba que la relación entre las *cargas de rotura* y de « *creep* » aumenta con la temperatura.

Según el Ing. Dr. C. T. Evans, a quien agradezco la fina atención de sus informaciones, la relación mencionada entre « tensión » y « creep » *no tiene aún excepción* entre las aleaciones ensayadas hasta la fecha por el mismo investigador.

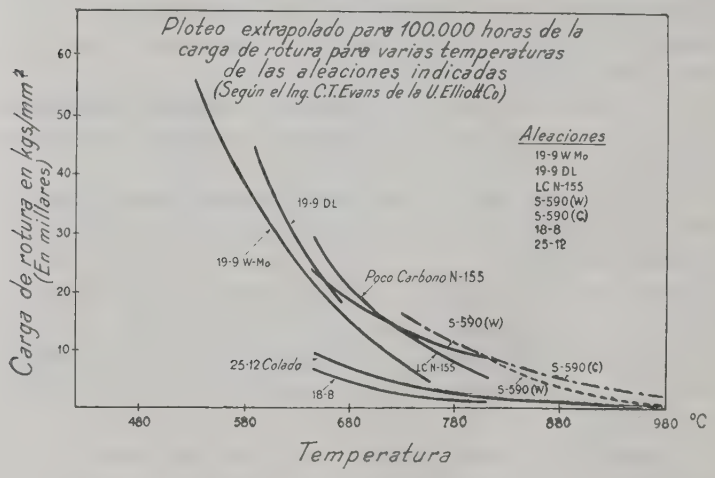


FIG. 4 — Efecto de la temperatura en la carga de rotura para 100.000 horas de vida (C. T. Evans).

La figura 4 pone en evidencia un hecho muy interesante: *para temperaturas superiores de 870°C*, las cargas de « creep » de las llamadas « superaleaciones », sólo tienen un pequeño incremento sobre las aleaciones del tipo férreo más común, cuyo grupo característico es:

$$Cr\ \begin{matrix}20\\ \%\\ 24\end{matrix}\quad Ni\ \begin{matrix}12\\ \%,\\ 20\end{matrix}\quad Mn\ \begin{matrix}0{,}75\\ \%\\ 1{,}00\end{matrix}\quad Si\ \begin{matrix}1{,}25\\ \%\\ 1{,}75\end{matrix}$$

$$N = 0{,}12\ \%\quad C\ \begin{matrix}0{,}12\\ \%\\ 0{,}35\end{matrix}\qquad \text{Balance Fe},$$

hemos analizado en otra oportunidad, y que se empleó por primera vez en la fabricación de la turbina a gas.

Sin embargo, sabemos que las posibilidades de aleación con sólo 4 elementos, variando el 10 % cada elemento, sería 7.676.760 aleaciones cuaternarias.

Pero, felizmente, no necesitamos fabricar toda esa gama para saber cuál grupo dará los mejores resultados.

La metalurgia física, mediante los diagramas de equilibrio térmico, que establecen las condiciones de miscibilidad y la formación de los compuestos de pricipitación, permite en general seleccionar entre los grupos fundamentales de las aleaciones las más adecuadas para una determinada aplicción.

TABLA VII

Clasificación de los elementos aleantes más comunes, según Clark

I) Soluciones sólidas con respecto a los elementos formadores de carburos:

A) Solución sólida	*B) Formadores de carburos*
Níquel	Cromo
Cromo	Manganeso
Silicio	Molibdeno
Manganeso	Tungsteno
Aluminio	Columbio
Cobre	Titanio
Cobalto	Vanadio

II) Ferrita con respecto de los elementos formadores de austenita.

A) Ferrita	*B) Austenita*
Cromo	Carbono
Silicio	Nitrógeno
Aluminio	Níquel
Molibdeno	Manganeso
Tungesteno	Cobalto
Vanadio, columbio, titanio	Cobre.

En la tabla VII, debildo al Dr. C. L. Clark, se ilustra por ejemplo, el modo de clasificar los elementos aleantes comunes, sobre la base de los conceptos mencionados.

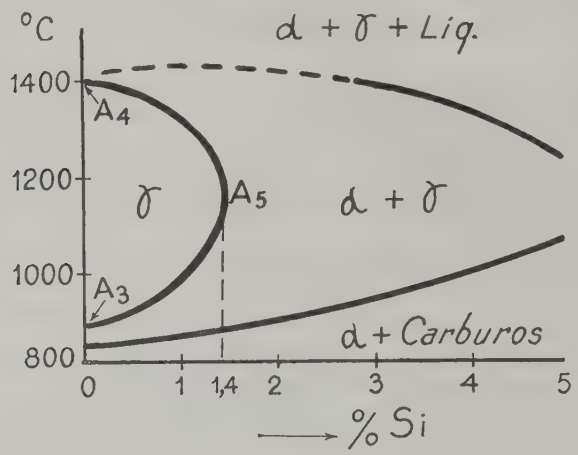


FIG. 5. — Diagrama de equilibrio térmico de un acero de aleación al cromo-silicio (5 % Co, 0,55 % Mo, 0,55 % Al, 0,12 % C y resto Fe) en función del contenido de silicio (C. L. Clark).

En general, si los elementos formadores de « ferrita » son agregados en suficiente cantidad en el acero con poco contenido de carbono, no se formará la fase austenítica a temperaturas elevadas, como se observa en la figura 5. Sencillamente, una aleación de esas condiciones no podrá endurecerse mediante el templado, y en consecuencia, las propiedades mecánicas inherentes a ese tratamiento térmico, como la dureza y la resistencia de tracción, serán imposibles de obtener en alto grado.

Además la zona γ de la figura anterior, indica que a medida que se agrega silicio disminuye la temperatura de transformación A_4 de la aleación considerada y se podrá evitar la transformación γ aumentando el contenido de silicio, en este caso hasta un porcentaje superior al punto A_5 (1,40 % Si).

Disminuyendo el cromo de ese acero, o en otro similar con poco carbono, podría también suprimirse la fase γ, con la consiguiente formación de una estructura cristalina más rica en austenita, la cual se transformará para cierta velocidad de enfriamiento, en mar-

tensita fina durante el normalizado (enfriamiento en aire ambiente) o bien precipitará cierto exceso de ferrita durante el recocido (enfriamiento más lento, en horno).

El aspecto metalográfico de ambas estructuras obtenidas en el caso, y con un acero al cromo fabricado en el país, se ilustran en las figuras 6 y 7, que permiten observar los diferentes constituyentes del material, y las variaciones de dureza y resistencia de rotura.

FIG. 6. — Micrografía de un acero al cromo con poco contenido de carbono preparado en el país, por el autor. Normalizado desde la temperatura de 865 °C. Dureza 113 R_b (extrapolada). Resistencia de tracción máxima kg/mm2. Ataque nital Aumento 120 (Autor).

Todo esto, es muy interesante, pero la cuestión debe ser tratada especialmente con respecto a la importancia práctica de su influencia en las propiedades mecánicas, que es lo que deseábamos dejar demostrado.

El límite de los granos del material constituye la región más débil de la estructura, y consecuentemente, cualquier método por el cual se pueda reducir la extensión de esa zona, será beneficioso para mejorar la resistencia mecánica a elevadas temperaturas. So-

bre este concepto se basa una patente que ha sido concebida en Estados Unidos de Norte América en 1946, para un tratamiento térmico que mejora la resistencia de « creep » de las aleaciones resistentes al calor, mediante « su recocido » a temperaturas próximas al « punto de fusión ».

Fig. 7. — Micrografía del mismo acero de la figura 6, pero recocido durante 30 minutos a 865°C. Dureza R_b 80,5. Resistencia de tracción máxima kg/mm2. Ataque nital Aumento 120 por (Autor).

Por otra parte, los trabajos de investigación de los Dres. Kraemer, Siegel, Williams, Brooks, etc., que continuaron los estudios de Grossmann, para calcular el endurecimientio, confirman que *no* todos los elementos aleantes son independientes entre sí con relación a la precipitación de carburos, como se había supuesto hasta entonces.

Las partículas formadoras de compuestos intermetálicos, en especial de carburo de cromo y carburo de molibdeno, presentan cuando están simultáneamente en una aleación acciones recíprocas, que se

resuelven como una *disminución* de los efectos individuales; y más aún contrariamente a lo que se aceptaba, resulta ahora que la relación entre el tamaño crítico del grano y el elemento aleante *no siempre* es una función lineal.

Portevin, Williams, Masing, Manning, Hodge, Arehoski, Honda, Baine, y muchos otros, estudiaron las relaciones entre la estructura metalográfica y ciertas propiedades mecánicas y tecnológicas de las aleaciones, y otros ilustres metalurgistas de las escuelas: inglesa, alemana, norteamericana y francesa, especialmente, nos acostumbraron en los últimos años a pensar en los tratamientos térmicos, mediante la ayuda de nuevos conceptos, como el « templado isotérmico », el « super-recocido », las curvas llamadas de transformación y velocidad de enfriamiento que relacionan la *temperatura, el tiempo y la estructura*, etc., etc., aclarando que estos métodos tampoco constituyen la solución *de todos* los problemas en la práctica.

La importancia de conocer las características físicometalúrgicas de los metales y aleaciones es tan grande que toda pieza de calidad está también especificada son respecto al tamaño de grano; y no tenerla en consideración significa que siempre se encontrán dificultades durante la manufactura o la utilización del elemento.

En efecto, si el acero tiene dos fases, es decir dos tipos de granos, a la temperatura de fabricación, cada una tendrá por ejemplo difrentes características de « trabajo en caliente », que si no se toman en cuenta, utilizándose supongamos la temperatura correspondiente al grano de menor temperatura, se producirán entre ambos cristales roturas y resquebrajaduras que en la mayoría de los casos inutilizaran la pieza en construcción.

Pero hay más: durante el trabajo en frío y en el mismo supuesto anterior, un proceso de deformación como el trafilado, laminado en frío, etc., reproduce la misma condición en cuanto a los cristales de dos fases, y hace necesario el *refinamiento del tamaño de los granos*, que después de una adecuada « cantidad » de trabajo en frío, seguida de un leve recocido, permite mejorar las propiedades mecánicas, por « recristalización » de la estructura, lo que aumenta considerablemente la tenacidad específica o « correa » del material.

Algunos casos prácticos servirán para fijar las ideas y valorar la importancia de lo expuesto.

Tomaremos para ello una aleación moderna fabricada en el año 1945, el « Vitallium » cuya composición química porcentual es:

Cobalto < 64, Cr 27 %, Mo 5,0, Ni 2,0, Mn 0,30
Si 0,25, C 0,30 %, Fe 0 % (*),

aleación ésta muy apta para condiciones severas de trabajo a elevadas temperaturas, cuyo módulo de elasticidad por ejemplo, disminuye bruscamente desde 1.594.000 kg/cm² a 735°C hasta 1.174.000 kg/cm² a 815°C. Es decir, con sólo el aumento de 80°C el « Vitallium » (Nº 21) produce una disminución mayor de 34 % en el módulo de elasticidad.

Asimismo, en este tipo de aleación, la temperatura de fusión o de colada tiene un efecto muy intenso, que puede generalizarse a los materiales de este grupo en que: aumentando la temperatura de colada, *crece mucho y rápidamente el tamaño de los granos*, todo ello no previsto si aplicamos exclusivamente la ley de Tamann. Según el profesor N. J. Grant, para las aleaciones « Vitallium » coladas a 1416°C el período de utilización o vida alcanza a *50 horas*, mientras que empleando una temperatura de 1538°C, o sea sólo 122°C superior de la anterior, siempre en las mismas condiciones de carga y tensión, « la vida » del material llega a *500 horas*.

Estas y otras aleaciones, permiten alcanzar valores de fatiga que pasan de la extraordinaria cifra de 60 kg/mm² a la temperatura de 645°C; pero aun así, las « curvas de diseño » de algunas turbinas a gas se calculan para una carga máxima de 5,6 kg/mm² para trabajar durante 10 años consecutivos a 645°C, *porque* para para una determinada temperatura la *tensión de creep es también una función del tiempo de utilización.*

El Dr. Smith (inglés) y el Dr. Schmitt (alemán) son además de muchos otros como Robinson, Clarck, Evans, etc., etc., figuras importantísimas en la técnica avanzada de las turbinas de gas, y la palabra « geheim » o « secret » con que se tabulaban esas investigaciones « secretas » alemanas o inglesas, felizmente ha descorrido su velo...

En lo que respecta a la cantidad de aviones importados por nuestro país en los últimos años, pude ser de interés un ligero análisis.

(*) Para más datos ver: « La contribución de la metalurgia en la construcción de la turbina a gas ». De Nardo, 1946.

TABLA VIII

Cantidades de aviones de diversos tipos, excluídos los de uso militar, importados en el período indicado, y valores de tarifa aduanera (m$n)

País	Cantidad de aviones exportados en los años					
	1938	1939	1940	1941	1942	1943
EE. UU. N. A.	10	8	5	20	46	1
Francia	—	2	—	—	—	—
Italia	2	1	—	—	—	—
Inglaterra	1	2	—	—	—	—
Otros	—	—	—	—	1	1
Valores de tarifa	192.282	116.816	352.000	206.000	782.426	237.380
Año	1938	1939	1940	1941	1942	1943

En la tabla VIII, se ilustran los valores de la cantidad de aviones civiles y sus valores de tarifa, pero cabe recordar que están excluídos de esta lista todos los tipos de aviones militares que constituyen sin duda alguna la mayor cantidad; pudiendo decirse lo mismo con relación a los repuestos y accesorios cuyos valores de tarifa en conjunto se consignan en la tabla IX.

TABLA IX

Accesorios para aviones y motores de diversos tipos, excluídos los de uso militar, importados en el período indicado, expresados en valor de tarifa aduanera (m$n)

País	Accesorios importados (m$n) de tarifa en:					
	1938	1939	1940	1941	1942	1943
EE. UU. de N A	191.000	261.000	22.300	85.000	291.000	142.181
Alemania	308.000	144.400	51.000	1.100	33.179	32.770
Francia	231.000	170.000	5.500	—	19.030	114
Italia	55.000	323.000	—	—	145	—
Otros	2.987	5.649	6.000	2.600	2.000	4.000

VI PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA FABRICACIÓN DE ALEACIOOES PARA AVIONES. — Consideramos necesario antes de seguir adelante resumir los procedimientos de fabricación para las aleaciones hierro-carbono en general, que para no entrar en pormenores que no vienen al caso en esta disertación, exponemos en la lámina I.

Naturalmente, el acero producido y en general cualquier aleación deberán satisfacer las condiciones siguientes:

1) Análisis y especificación indicada.
2) Asegurar un grado de homogeneidad conveniente.
3) Poseer las propiedades físicas y mecánicas requeridas.
4) Resultar subseptibles a los varios tratamientos o condiciones, en la manera que se espera, que siempre involucra también conceptos de utilización del material.

Las condiciones precedentemente mencionadas son las más generales e importantes en la fabricación de las aleaciones y se realizan en los aceros, por ejemplo mediante el control adecuado de los siguientes factores:

a) Análisis de la composición en diferentes fases del proceso.
b) Análisis de la escoria, durante el procedimiento de fusión.
c) Control de la desoxidación, y agregado de los elementos aleantes.
d) Operaciones mecánicas.

Obviamente, además de lo expuesto, los métodos de colada pueden ser en muchos casos factores de suma importancia.

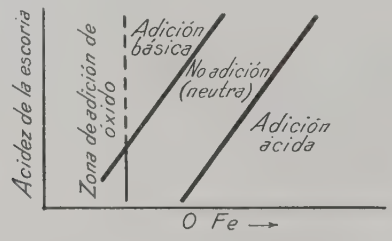


Fig. 8. — Esquema ilustrativo de la « corrección » de escorias, en el horno S. M. básico.

En cuanto a la condición *a*), la investigación debe ser rápida y frecuentemente se hace determinando el porcentaje de carbono en el tiempo de 2 minutos aproximadamente, en tanto que con los métodos modernos la escoria se estudia espectroscópicamente, pudiendo efectuarse un ensayo completo (con excepción del fósforo y azufre) en unos 15 minutos. Puede decirse, que con respecto de los elementos más oxidables como el manganeso, cromo, etc., la composición resultante es una función de la precisión con que se

estiman: 1) *el contenido residual del baño,* 2) *la eficiencia del control de la escoria,* 3) *la perfección obtenible en la oxidación,* y 4) *la capacidad del personal fundidor.*

Referente al punto *b*), sabemos que en resumen, la escoria es controlada mediante materias primas física y químicamente uniformes, estableciéndose según se representa en la figura 8.

La parte *c*) relacionada con la desoxidación depende de la velocidad de las determinaciones químicas fundamentales del baño del metal fundido, puesto que el proceso se realiza en el horno en un intervalo de tiempo relativamente breve.

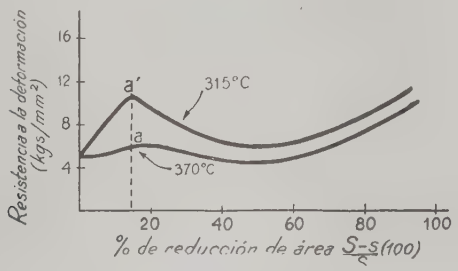


FIG. 9. — Resistencia de deformación en función de la reducción de área, para la velocidad de la prensa de 87.5 cm/minuto.

Los tres principales desoxidantes del baño, son en este caso el ferromanganeso, las adiciones de silicio, o de silicio-manganeso; y cuando se agregan en la cuchara los elementos habitualmente empleados son el aluminio o el silicio.

El apartado *d*) se refiere naturalmente a los trabajos efectuados en frío o en caliente, a la velocidad de deformación, o en otras palabras a las condiciones de mecanización y tratamiento térmico controladas para esta última fase mediante el diagrama de equilibrio térmico de la aleación.

Las condiciones de forja o el trabajo mecánico en caliente, por ejemplo, dependen del flujo metálico característico de los procesos empleados, y está determinado por la resistencia de deformación y por la reducción de área. Para cada temperatura, como se ilustra en la figura 9, se establece un intenso efecto introducido mediante una pequeña variación de la temperatura de trabajo en el valor de la resistencia a la deformación. Como se ilustra para el 15 %

de reducción de área en las condiciones de referencia, la disminución de solamente *55°C en la temperatura de trabajo* incrementa

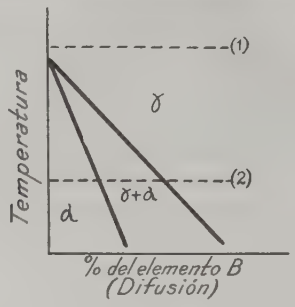


FIG. 10. — Variación de fase por difusión: A_3 disminuye con la temperatura para formar la aleación.

la resistencia a la deformación desde el punto *a* hasta *a'*, o sa en el 300 %.

Por otra parte, considerando las condiciones de miscibilidad según el diagrama de equilibrio térmico podemos deducir en general,

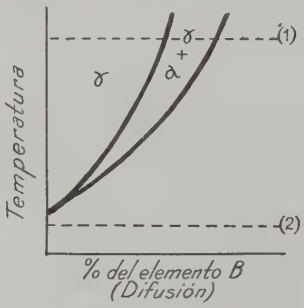


FIG. 11. — Variación de fase por difusión: A_3 aumenta con la temperatura para formar la aleación.

que un elemento (B) entra en solución por difusión con un metal (A) produciendo uno de los casos siguientes:

1) Los átomos de (B) absorben el exceso de (A) formando una solución sólida (α_1).

2) Los átomos durante la difusión de (B) saturarán el exceso existente de (A), y por otra parte, una solución α_2) podrá formarse independientemente.

De cualquier manera, estas soluciones sólidas podrán disminuir o aumentar el punto de transformación (A_3) y entonces para las aleaciones hierro-carbono, por ejemplo, serán factibles las variaciones de fase ilustradas en las figuras 10 y 11 respectivamente.

Es evidente que las relaciones mencionadas permiten estudiar en cada caso las variaciones en las características generales de la aleación motivadas por el tratamiento térmico o mecánico.

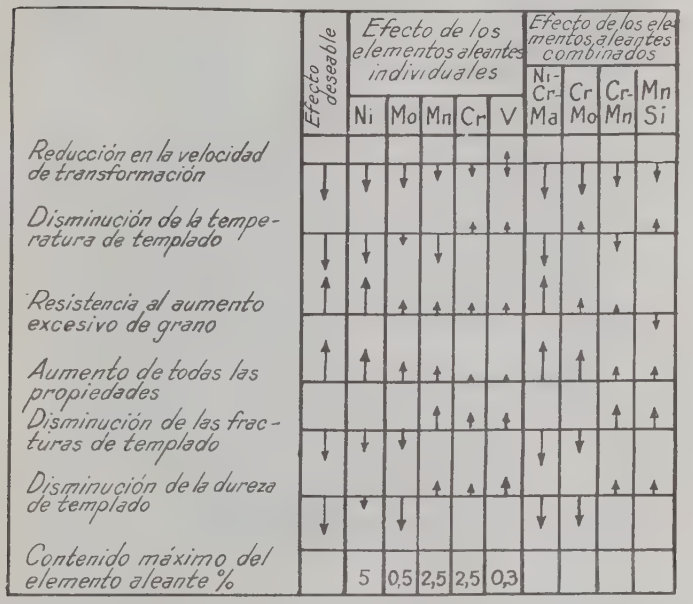


FIG. 12. — Efecto de los elementos de aleación o agregados, en aceros estructurales de ingeniería. (Preparado según el trabajo del Dr. Sourdillon).

Por otra parte, como hemos puesto en evidencia en otras oportunidades con todo pormenor, el agregado de elementos aleantes en los aceros de uso aeronáutico tiene gran significación porque propende a obtener mejores propiedades físicas y mecánicas, especialmente:

1) Disminuir la velocidad crítica de temple, lo que está relacionada entre otras cosas, con la profundidad de la capa endurecida, o con la capacidad de dureza del acero.

2) Disminuir la temperatura del tratamiento térmico para obtener las características mecánicas necesarias, reduciendo empero la deformación durante el enfriamiento.

3) Reducir la tendencia de sobrecalentamiento, o evitar un crecimiento de grano de los constituyentes metalográficos a temperaturas elevadas, en razón que ello provocaría una disminución de la resistencia de la estructura.

4) Incrementar positivamente el valor de las características mecánicas obtenidas mediante tratamiento térmico.

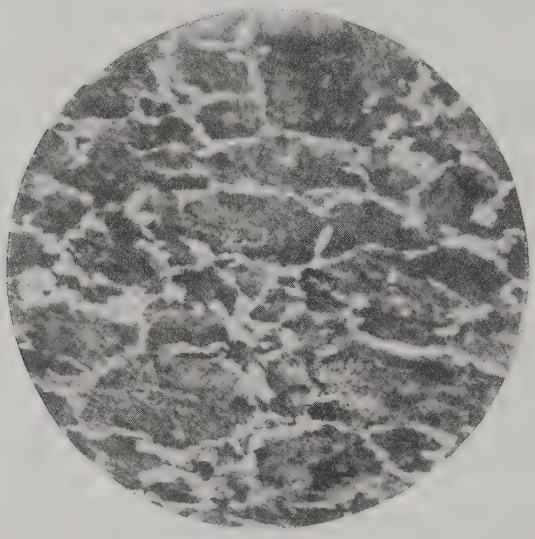


FIG. 13. — Micrografía de un acero común al carbono (C = 0,54 %) con exceso de fósforo, y trabajado en frío. Nótese la acritud de mecanización en los granos. Aumento 250 × Resistencia máxima de tracción 76 kg/cm2, alargamiento específico 12 %. (Autor).

El efecto de los elementos de aleación en obtener los objetivos indicados difiere en intensidad y algunas veces tiene una influencia opuesta. En la figura 12 se representa una tentativa de resumir esas tendencias de una manera simple y cualitativa: indicando mediante la longitud y dirección de las flechas la modificación y el sentido de la misma que pueden ser realizados en los aceros con los elementos de agregados más comunes. El diagrama indica la similitud en el efecto de ciertos elementos como por

ejemplo el níquel, molibdeno y manganeso, en lo que respecta al endurecimiento, aunque como se ve tiene marcadas diferencias en otras propiedades.

Además de lo expresado cabe aun preguntar para completar este esquema: ¿Qué reunión de condiciones deben esperarse, desde el punto de vista del comprador?

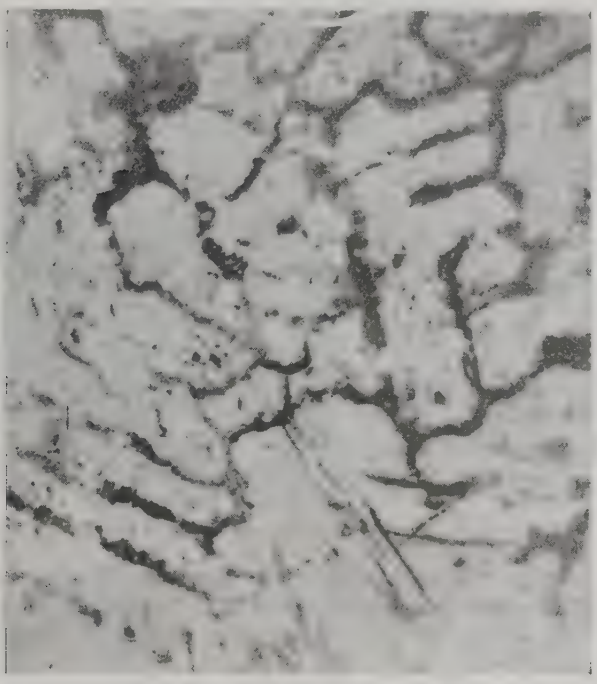


FIG. 14. — Micrografía de un tungsteno (W = 25 %) resistente a elevadas temperaturas, fabricado por el autor experimentalmente. Ataque doble. Aumento 450 ×.

La respuesta no necesita comentario; todos deseamos obtener al menor precio posible la mayor cantidad de condiciones y calidad de un determinado artículo. Pocos saben hacerlo.

Los metales no son una excepción de esta regla, sino al contrario, como hemos visto, se deben conocer muchos factores, algunos complejos, otros difíciles de avaluar, y no pocos como una solu-

ción de compromiso entre diversas características mecánicas, tecnológicas, etc.

Lo expuesto es sólo un somero ejemplo, de lo que representan las variables consideradas en la selección de un material, e ilustra — por lo menos de una manera general — la importancia que tiene la metalurgia física en esta selección o en mejoras del material utilizado en la construcción de aeronaves.

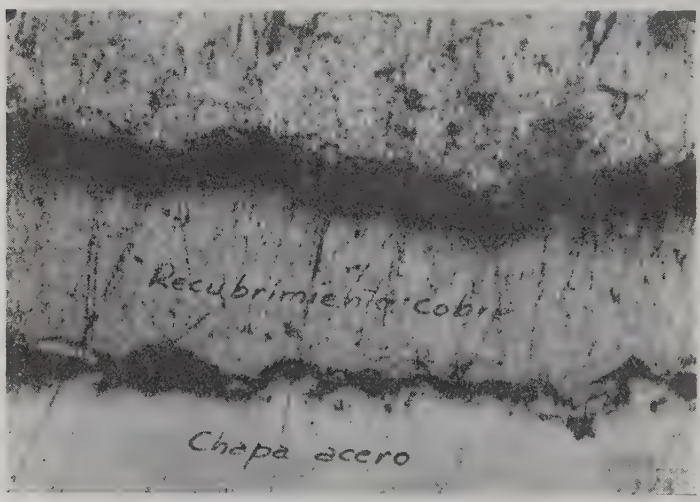


FIG. 15. — Ejemplo de una metalización por proyección, efectuada en el país, por el autor.

El análisis en pormenor, no puede hacerse en esta disertación, por falta de tiempo, y por ello está tratado en un texto que tengo en prensa, en el que refiero algunos aspectos de la fabricación nacional de piezas y elementos aeronáuticos.

En el transcurso de esta disertación, se describieron varios materiales fabricados experimentalmente en el país durante los últimos años, desde el punto de vista de su proceso de manufactura y utilización en servicio.

Debido a lo extenso de la descripción (una hora de conversación durante la segunda parte de la conferencia) sólo se agregará un breve resumen refiriéndolo a las figuras 13, 14, 15 y 16, que representan las micrografías de varias aleaciones realizadas totalmente en el país por el autor.

No debe olvidarse empero, que entre la producción experimental y la industrial existen otros problemas complejos que deben ser

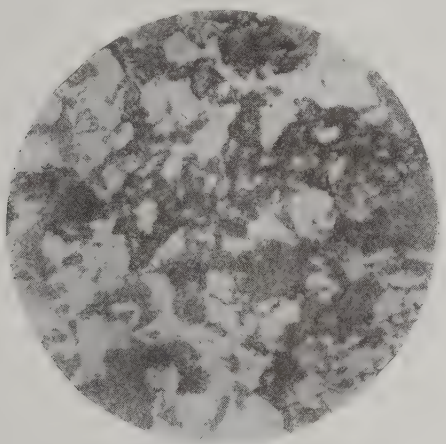


FIG. 16. — Micrografía de una estructura dura, obtenida en el país por el autor, mediante la metalurgia de polvo. Corresponde el carburo de boro, que es el compuesto intermetálico más duro que puede obtenerse en metalurgia. Aumento 580 ×.

estudiados en cada caso a fondo y que en este momento nos escusamos de analizar por falta de tiempo.

CONCLUSIONES

Concretando por ahora las conclusiones a los hechos materializados hasta el momento por la industria nacional, resta repetir como hace dos años, que en mi modesto concepto:

1º) La aeronáutica se encuentra en un estado de desarrollo superior comparativamente al de la metalurgia, que en ciertos aspectos no ha dado aun los primeros pasos, si bien merece destacarse que en el año 1942 se logró fabricar aluminio, en 1946 magnesio, y en el mismo año carburo de tungsteno; sin mencionar la conocida siderurgia y otros procedimientos relacionados que ya estaban instalados en escala industrial.

2º) Es factible la producción de aviones de entrenamiento primario o de turismo, comunes especialmente como lo han realizado fábricas privadas y del Estado, importando por ahora ciertos materiales que aun no fabrica nuestra metalurgia.

3º) El desarrollo de todo lo concerniente debería estimularse al máximo, siempre que las condiciones de carácter estratégico y económico justifiquen los precios relativamente elevados de una manufactura que como la dedicada a la fabricación de aeronaves debe afrontar grandes « gastos de arranque ».

La creación de la Secretaría de Aeronáutica, ha sido evidentemente de grandísima importancia en este sentido y ha estimulado todo aspecto de nuestra industria aeronáutica.

4º) El perfeccionamiento de la industria metalúrgica actual, cuyo saldo es también extremadamente positivo con el aporte de varias instituciones privadas, y principalmente la acción de la Dirección General de Fabricaciones Militares; pero deberá « afinarse » la calidad, llegar a los aceros especiales de aleación, y luego o simultáneamente seguir con la producción de aleaciones livianas.

5º) Podemos reiterr entonces que « las proezas de la investigación tanto de guerra como de paz, no constituyen atributo privativo de nación alguna, sino que dependen de atraer o apoyar a las personas de mayor capacidad científica del país, proporcionándoles el incentivo necesario, una dirección ilustrada, materiales adecuados y tiempo suficiente para llevar a cabo sus propósitos.

En nuestro país, el saldo ha sido estimulante, y puede serlo más aún.

Señoras y señores, permitidme que al agradecer vuestra atención, finalice con las palabras de Renzo Bianchi: « La ciencia y la civilización, sólo hacen brotar nuestra ignorancia de una fuente más elevada »...

VI. Bibliografía relacionada con la conferencia del Ing. De Nardo

1) Influence l'aluminium sur la résilence del acier ». P. Bastien-C. Dubois. *Comptes Rendus.* Vol. 223. París, 1946.
2) Plastic Flow of Metals ». J. H. Hollomon-J. D. Lubahn. *Physical Review.* Vol. 70. New York, 1946.
3) « Hordenability of N. E. 8600 H. Steels ». A. L. Boegehold. *Metal Progress,* Vol. 50. Cleveland, 1946.
4) « Recherche Des Causes Ayant Determiné une Solidification a Trés Gros Grains, Dans un Alliage Leger ». M. C. Crussard. *Fonderie.* Paris, 1946.
5) « Die Funkenanalyse und Haerteprufung in Betribe ». E. Berner. *Scheweiser Druck.* Suiza.
6) « Metallurgical Materials Alloys and Manufacturing Processes ». V. N. Wood. Chapman and Hall. Londres, 1947.

7) « Symposium on Materials for Gas Turbines ». A. S. T. M. Philadelphia. 1946.
8) « Comentarios varios con relación a la Exposición de Aviación de París ». (Salon International d'Aviation). Paris, 1946.
9) « Die Korrosion Metallischer Werkstoffe ». O. Bauer. Vol. I. Leipzig, 1936
10) « Matérials for Power Gas Turbines » (inédito). Atención de su autor, el Ing. Dr. C. T. Evens. 1947.
11) « Research Works at the National Research Council ». (Heat Resisting Metals). H. C. Gross-W. F. Simons. A. S. T. M. 1946.
12) « A Metallurgical Investigation of a Large Forged Disc of 19-9 DL Alloy » N. A. C. A. Proyecto M. 478 A. EE. UU. de N. A.
13) Idem por los Ings. J. E. Freemen, E. E. Reynolds, A. E. White sobre el tópico: » Forged 19-9 Type Alloys ». EE. UU. de N. A. 1945-46.
14) « A Marine Gas Turbine Plant ». C. R. Soderberg, R. B. Smith, A. T. Scott. « A. S. M. E. ». 1945.
15) « Requirements of Steels for High Temperature Service ». C. L. Clarck. Timken Roller Bearing Co. Canton. EE. UU. de N. A. 1946.
16) « Reports on Fatigue Tests of Carbon Steel at Elevated Temperatures ». H. F. Moore, N. J. Alleman. Bat. Inst. for Metals, Cleveland, 1946.
17) « United States Naval Institute Proceedings ». Octubre 1945-Diciembre 1946. Enero 1947. (Trabajos varios sobre importancia de la investigación naval).
18) « Condiciones que debe reunir el técnico ». Dr. C. Lana Sarrate. 1946.
19) « Movilización industrial ». Cap. Ing. J. Ruiz. (Atención de su autor). 1947.
20) « Metalle und Legierungen für Hope Temperaturen ». W. Hessenbruck. Berlín, 1940.
21) « Aceros duros ». Ing. I. Cerri. Boletín Y. P. F. 1946.
22) Informes técnicos del autor. N° 35-36-38 y 39 PP reserv. años 1946-47.
23) Publicaciones varias y microfilms facilitados por la Biblioteca del Congreso de EE. UU. de N. A.

LA COSMOLOGIA CIENTIFICA Y LAS IDEOLOGIAS MODERNAS

POR

HANS A. LINDEMANN

Conferencia pronunciada en la Sociedad Científica Argentina el 29 de octubre de 1947.

En nuestra conferencia anterior hemos esbozado una cosmología científica en conformidad con las enseñanzas de las ciencias y de los filósofos científicos de hoy que, a pesar de no coincidir en todas las cuestiones de segunda y tercera categoría, están de acuerdo en los resultados principales y en los métodos de investigación de esa filosofía.

Muy diferente es la situación de las diversas ideologías que se pueden esbozar y defender en base de los resultados alcanzados por la investigación científica y la crítica filosófica de todos los fenómenos culturales de hoy.

La mayoría de los filósofos que se ocuparon con el génesis de la cultura humana y con las diversas ideologías han dicho más o menos lo siguiente: Es un hecho histórico de que ninguna gran cultura puede desarrollarse o subsistir sin una metafísica religiosa positiva que dé coherencia a los credos y a los anhelos más vitales de la sociedad. No sólo las viejas culturas orientales y occidentales nos lo demuestran sino, en mayor grado, el cristianismo. Véase por ejemplo las grandes catedrales de la Edad Media, del Renacimiento y del Barocco. Aún el arte encantador del Renacimiento italiano, una época de cultura profana y mundana nos lo demuestra. El Papa mismo favorecía en alto grado esa cultura profana porque era, al mismo tiempo, soberano de un estado italiano que él trataba de engrandecer y mantener en las luchas por la hegemonía en Italia. No obstante, en ese tiempo, la cultura cristiana alcanzó mayor desarrollo. Basta recordar las Madonas de Rafael y

de Michelangelo, y las demás composiciones de los grandes artistas que casi sólo se ocuparon en representar escenas de la sagrada historia, individualmente interpretada por los diversos artistas. La pobreza de nuestro arte de hoy tiene, en gran parte, su origen en el hecho de que no existe ninguna ideología religiosa en la vida emocional que pudiera dar a los artistas nuevas orientaciones. La ideología comunista en Rusia, empero, mantiene una disciplina policíaca tan férrea que ninguna individualidad artística, que precisa cierta « libertad », puede desarrollarse. Sólo el cine con su propaganda cultural y partidaria ha logrado grandes creaciones. El gran arte (esto nos demuestra también el arte griego) sólo se desarrolla en base de una mitología religiosa de gran profundidad emotiva. Sólo los fervores de las creencias metafísicas, así parece, creen el gran arte. Sólo cuando los artistas no se cansan de representar, siempre de nuevo, los misterios del dogma religioso se levanta el gran arte y alcanza obras clásicas reconocidas como tales por la posteridad. Esto nos demuestra también el arte delicioso de los chinos y de los japoneses, así como todo el arte del Oriente. Por eso, así dicen esos filósofos de la cultura cristiana: tenemos que volver de nuevo nuestras miradas al cristianismo y renovar sus fervores en nuestra época. Esto es generalmente la posición de las capas conservadoras de la sociedad en los diversos pueblos de Europa y América. Desgraciadamente resulta que jamás ha sido posible conservar artificialmente una mitología o un credo metafísico cuando su tiempo haya pasado. Cuando se trata de atizar artificialmente el fuego de ese credo generalmente se consigue lo contrario.

Otro ensayo de salvar los valores religiosos tradicionales, en base de una filosofía crítica y científica, es el del pragmatismo norteamericano. Su fundador, el fino filósofo William James, un hombre eminentemente religioso pero también un gran investigador psicológico con conciencia científica de la más alta categoría, razonó más o menos en la forma siguiente: (véase su libro « The Will to Believe and other Essays » New York, 1942). No sabemos si la metafísica religiosa cristiana puede mantenerse literalmente. En base de la crítica de los textos sagrados y de todo lo que sabemos de la mitología religiosa de otras naciones, dudamos de que eso sea posible. No obstante, la religión cristiana representa tan altos valores para la humanidad que no podemos imaginarnos que nuestra cultura pueda dispensar de los servicios de esa religión con sus di-

versas iglesas. Por eso afirmamos su metafísica como entidad de mayor eficacia religiosa. Nuestro criterio de verdad científica consiste también en la eficacia de la hipótesis científica que nos permite deducir de ella resultados positivos de pronosticación, mientras que la hipótesis misma muchas veces no puede ser verificada. La hipótesis del dogma cristiano no la podemos verificar tampoco pero los resultados prácticos de la creencia en el dogma son los que deseamos y que tienen un valor social muy grande. Por eso afirmamos su verdad pragmática. Esta verdad nos basta. Queremos creer y el criterio pragmático de verdad aun justifica esa nuestra creencia en el dogma.

Contra este razonamiento tenemos que decir, que no aceptamos el criterio de verdad de los pragmatistas que aun consideramos como un gran peligro, pues, en base de ese criterio de la eficacia práctica de cualquier doctrina como criterio de verdad científica, se puede justificar cualquier teoría o cualquier hipótesis que tenga éxito, también esa teoría del superhombre de Nietzsche que dice: « todo lo que me hace más fuerte es permitido ». Lo mismo se puede decir de cualquier doctrina semi-religiosa de los dictadores modernos, por ejemplo la doctrina de la superioridad de una raza o la de la superioridad de la raza blanca sobre todas las demás razas o de la superioridad de la clase capitalista o la de la superioridad moral del proletariado que debe, por eso, liquidar todas las burguesías, etcétera. Sabemos hoy que cualquier valor autónomo absoluto, por ejemplo cualquier valor religioso o semi-religioso implantado en el cerebro del creyente y refundido con toda su vida emocional tiene una fuerza explosiva de la más grande eficacia, revoluciona la sociedad, pues entra en la esfera mística del hombre y lo empuja hacia fines ficticios y utópicos, a veces de muy alta categoría, pero más veces lo empuja hacia las más espantosas crueldades y odios mortales, cuyas consecuencias estamos sufriendo hoy en el mundo entero. Por eso mismo, los fanatismos dogmáticos representan el mayor peligro para cualquier sociedad humana. Nuestras mayores desgracias, pero a veces también nuestros esplendores artísticos más altos, nos vienen de esas fuerzas irracionales, tan difíciles de racionalizar y de domesticar. No se puede suprimir esas fuerzas pero se puede humanizarlas y cultivarlas transformando poco a poco la lucha a muerte de las guerras mundiales en una lucha agonal según reglas cuyo modelo encon-

tramos en el trabajo internacional de las ciencias y en la práctica de las luchas deportivas internacionales. La gran tarea de la sociedad humana en nuestra tierra consiste en encontrar y hacer aceptar a todas las naciones una organización social que pone en el primer plano de la vida social la idea de la armonía de los intereses de todos y de la cooperación en contra de las ideas de dominación individual y colectiva mediante la fuerza brutal que sólo busca el poder por el amor al poder.

Antes de entrar en la discusión de esta clase de sociedad queremos observar que, en base de la cosmología científica se pueden elaborar también otras ideologías. Una ideología pesimista ha sido elaborada, por ejemplo, por Schopenhauer. Este filósofo dijo que la vida no vale la pena de vivirla, pues los sufrimientos sobrepasan siempre al goce de la vida, así que el balance de la felicidad humana es siempre negativo. ¿Por qué seguir entonces con la producción de hijos? Más vale abstenerse para que la humanidad muera de una muerte natural. Otra ideología opuesta elaboró Leibniz que encontró que vivimos en el mejor de los mundos posibles. Dijo que de todas las posibilidades de construir el mundo se ha realizado el mejor mundo posible. Otros han elaborado doctrinas de hombres elegidos que ya están en la base de las antiguas mitologías del Oriente, pues el culto de los héroes antiguos y de los semi-dioses de los griegos, por ejemplo, no es otra cosa que la exaltación de hombres de gran mérito social dándoles una posición entre los mortales y los dioses. Una cosa parecida podemos observar también en nuestro tiempo. La doctrina del super-hombre de Nietzsche tiene aquí sus raíces. Los dictadores modernos lo han imitado. No obstante, la experiencia de los siglos pasados y la de nuestros días nos ha demostrado que es sumamente peligroso dar poder ilimitado aun a un hombre genial o a una casta sin control efectivo, pues cada dictador o cada hombre « elegido » está rodeado por oportunistas, aduladores y aprovechadores. Pronto el dictador está aislado del pueblo y de la crítica y casi siempre finaliza en un estado que el psico-análisis llama « narcismo », esto es un estado de pasión por si mismo; se cree Dios y muy superior a cualquier contemporáneo. Los desmanes de los antiguos emperadores romanos así como la suerte de la mayoría de los dictadores modernos nos han dado ejemplos elocuentes de tal estado psíquico. Aun un hombre tan genial como Napoleón corrió una suerte parecida.

Generalmente esos dictadores llevan la sociedad a la destrucción y a la desgracia. Hasta cierto grado se puede impedirlo cuando el dictador se rodea con una organización de especialistas de los diversos ramos de la administración, como se hizo en Rusia. En este último caso se forma una nueva oligarquía que demora en pasmarse y en estancarse pero que trata siempre establecer firmemente sus grandes privilegios para su familia y sus dependencias, como se ve ya en Rusia. Cuando la nueva oligarquía abusa de sus poderes sobreviene generalmente una revolución.

Otra ideología que se puede defender en base de la teoría de la relatividad de los valores humanos es la de la democracia liberal del capitalismo puro, basado en la filosofía de John Locke, de Adam Smith, de Bentham y sus sucesores. Esta doctrina que domina esencialmente en los Estados Unidos y en una gran parte de las repúblicas sudamericanas se basa en valores del tipo de armonía y ha contribuído, por eso, en alto grado a desarrollar las fuerzas creadoras en el mundo moderno. Tendrá siempre un lugar preferido en la historia de la cultura humana, pues hizo posible ese desarrollo científico y técnico más formidable de toda la historia humana desde sus comienzos. Se basa sobre la idea de la competencia y de la armonía de los intereses humanos, basados en el egoísmo natural y en la igualdad de los derechos y de las condiciones vitales de los hombres. Los valores ideales de la revolución francesa brillaban en su nacimiento pero se oscurecieron pronto cuando resultó que las clases dominantes, que habían tenido el mayor éxito en el desarrollo industrial, sabían establecer firmemente su hegemonía ganada formando oligarquías que determinaban las elecciones « libres » en las diversas repúblicas. La prensa « libre » en manos de capitalistas formaba el instrumento más eficaz de propaganda para el mantenimiento del poder. La reacción lógica y natural que provocó este estado de cosas fué el socialismo y más tarde el así llamado « comunismo ». Estas dos últimas doctrinas tenían fundamentos científicos, como ya lo tenía la doctrina del capitalismo liberal de Adan Smith y sus sucesores. No obstante eran dominados por credos dogmáticos como las demás ideologías, sólo supieron mejor disfrazarlos mediante el ropaje científico. También ellas están dominadas por credos religiosos y semireligiosos. La Iglesia católica, enemiga natural del liberalismo que es el portador de la cultura científica que necesariamente tiene

que socavar poco a poco cualquier metafísica religiosa (ese mismo fenómeno ya lo hemos tenido en la Grecia clásica y en el Renacimiento italiano), prefiere, por eso, cualquier doctrina dictatorial a la democracia liberal. El fascismo significa el estado final de la democracia liberal en disolución. Cuando la lucha entre la oligarquía capitalista y el socialismo adquiere su intensidad máxima, sobreviene o una revolución reaccionaria fascista o una revolución izquierdista socialista o «comunista»; a veces hay una mezcla de elementos de ambos bandos. El así llamado «comunismo», es en verdad una especie de socialismo del estado basado en la dictadura del proletariado, mientras que el socialismo democrático quiere mantener la democracia y aspira sólo a reformas esenciales por vías pacíficas. Por eso mismo ha fracasado en casi todos los países. Lo más razonable, lo más humano y lo más civilizado fracasa hoy invariablemente. El enemigo más pronunciado de la Iglesia católica es, no obstante, el así llamado «comunismo» de Rusia, porque Rusia no sólo hizo propaganda anti-religiosa sino quería establecer su propio dogma semi-religioso en el lugar del antiguo credo cristiano ortodoxo. Hoy, Rusia ha restituído temporalmente la Iglesia ortodoxa en su país con todos sus honores, pues es ahora un instrumento dócil en manos de la burocracia comunista para los fines imperialistas pan-eslavos del nuevo Imperio del Este con su cesáreo-papismo (así se llama la unión del poder profano con el poder eclesiástico en una mano). La ideología rusa representa, por eso, tal vez la ideología más formidable de la historia humana, pues ha refundido el credo dogmático marxista con los restos del antiguo cristianismo ortodoxo. En su credo entran, por eso, también todos los elementos tradicionales de su larga historia junto con las ideas de la nueva ideología. Esa masa formidable, unida en un solo credo, conciente de su pretendida misión cultural como vanguardia de la liberación de las masas oprimidas y ayudada por la policía más eficaz de la tierra, dispone por eso, de fuerzas casi inagotables en el territorio nacional más grande de la superficie de la tierra. No cabe duda de que estamos en vísperas de una nueva época en la historia humana, que sólo se puede comparar con la época del advenimiento del Cristianismo. El dogma del cristianismo ha perdido hoy su eficacia decisiva en las masas humanas. Los tiempos del dominio del Papa como árbitro espiritual del mundo han pasado irredimiblemente no sólo debido a nuestra cultura científica sino

también debido al protestantismo. Algo parecido se puede decir de la ideología del capitalismo liberal, que está degenerando poco a poco en las ideas fascistas y semi-fascistas; generalmente esas ideas se esconden hoy debajo de formas rudimentarias de una democracia. En todas partes aumenta la intervención del estado y la influencia y el poder de la burocracia en los estados de la « democracia liberal ».

La situación ideológica es, por eso, hoy la siguiente: La gran mayoría de la humanidad en la tierra no busca más consuelo en las doctrinas y dogmas de las diversas metafísicas religiosas de las antiguas religiones mundiales (esto vale aun para China, el Japón y hasta cierto grado para la India de hoy); no cree más con fervor en un paraíso sobre-natural ni en las promesas de los antiguos profetas de misión o de los profetas ejemplares, sinó quiere ganarse un pequeño paraíso, aunque sea modesto, aquí en la tierra para si mismo y para sus hijos. La ideología más eficaz para las grandes masas que no ven la realidad sino sólo la utopía doctrinaria, no se puede negar, es el así llamado « comunismo » que representa hoy un dogma que se puede comparar muy bien con el dogma de la Iglesia católica con el Papa como autoridad máxima. El nuevo papa es el secretario del partido comunista de Rusia y su colegio de cardenales está representado por los grandes burócratas y hombres especialistas del consejo supremo de los comisarios del pueblo. El secretario con su consejo es tan infalible como el Papa en Roma en todo lo que se refiere al dogma y a su interpretación. Mantiene una disciplina férrea y el trabajador tiene al lado de grandes ventajas culturales y materiales (sin alcanzar, por eso, el nivel de los estados capitalistas más avanzados) que someterse a una disciplina de trabajo mucho más severa aún que la de los estados liberales de hoy o de los estados donde gobiernan socialistas con ideas de reforma. La filosofía es en Rusia criada del dogma marxista.

Contra esa clase de estados dictatoriales dominados por el nuevo papa del Este con sus fines imperialistas mundiales luchan los estados de las antiguas fuerzas tradicionales: la Iglesia Católica, el Protestantismo y el Capitalismo, así como los socialistas demócratas. La democracia liberal pierde siempre más terreno en Europa debido al socialismo y al comunismo dogmático. Hay que reconocer y hay que subrayar que en todos los estados del mundo del Oeste domina todavía gran libertad de crítica y libre discusión de nuevas refor-

mas y de nuevas ideologías. Sólo en estos estados es posible elaborar una genuina filosofía científica y deducir todas las conclusiones, con rigor lógica, de sus premisos. Este hecho significa una debilidad desde el punto de vista de una acción rápida pero significa una gran fuerza a lo largo, pues al fin y al cabo ha ganado siempre la libre discusión y la razón iluminada sobre qualquier fuerza dictatorial y dogmática. Por eso mismo, el mundo de hoy, que recién hemos comparado con el tiempo del advenimiento del Cristianismo, está en una situación muy diferente de la que dominaba hace casi dos mil años. En aquel tiempo el Imperio Romano, ese gran foco cultural del antiguo mundo, se estaba disolviendo, no sólo se había descompuesto su ideología religiosa sino también su organización económica. La vida se volvió más insegura todos los días, y los hombres, oprimidos por las cargas insoportables de los impuestos, se entregaran al fatalimo y a la desesperación. La nueva religión cristina era para ellos una luz brillante de salvación, en medio de esa mezcla de credos y supersticios que habían invadido al Imperio Romano desde el Este. La sencillez y la simplicidad comunista de los primeros cristianos, que pensaban que había venido el Imperio de un comunismo utópico de amor universal, entró rápidamente en los corazones de las masas del Imperio Romano. Los pueblos germánicos, galos y eslavos fueron domesticados y civilizados mediante el nuevo dogma que salvó, al mismo tiempo, los restos de la admirable civilización grecoromana, conservándola para mejores tiempos.

Muy diferente es, como dicho, la situación de hoy. La cultura científica universal, cuyos productos entran en todos los países de la tierra, no permite hoy un estancamiento dogmático cultural por mucho tiempo. El intercambio económico y cultural entre los pueblos remueve aún poco a poco todas las cortinas de hierro que la nueva Iglesia totalitaria del Este quiere levantar para protegerse contra las influencias de la crítica libre. En base de la psicología de las masas y de la psicología religiosa, conocemos hoy la dinámica formidable de un credo dogmático de salvación implantado en los cerebros de las masas. Este credo tiene siempre tendencias imperialistas como por ejemplo el credo de Mahoma, en sus primeros tiempos, o el credo dogmático del fascismo y del hitlerismo. Por eso, el Oeste de Europa incluso América no tiene ideológicamente nada que se pueda oponer eficazmente a las ideas de la nueva organización cesáreo-papista del Este, y por eso corre peligro de perder la lucha

final, si no introduce a tiempo reformas conforme a las tendencias generales de la humanidad de hoy que quiere, así hemos dicho, ganarse en este mundo un modesto paraíso que ya no espera en el mundo sobrenatural hipotético. Por eso mismo se han levantado las ideas fascistas de variada índole en el mundo del Oeste con otro imperialismo para crear un contrapeso eficaz contra las fuerzas que emanan del nuevo dogma del Este con su organización férrea y su disciplina doctrinaria internacional a la que obedece cada grupito de adheridos en toda la tierra.

El mundo del Oeste, no obstante, tiene la gran ventaja que puede criticar todavía libremente a todo lo que pasa en el mundo, analizarlo y someterlo a la discusión pública. Con este procedimiento se libran muchas fuerzas individuales y se garantiza el progreso espiritual constante. Su debilidad, empero, consiste en la falta de una fe dogmática en la eficacia de las reformas sociales.

No cabe duda de que la tendencia general de las dos potencias más grandes de hoy que dominan al mundo va a un nuevo imperialismo. Ambos defienden ideologías antagónicas. Por eso es de temer que el totalitarismo del nuevo Imperio del Este, disfrazado por el nombre de la « Unión de las Repúblicas soviéticas socialistas » provoque en la otra fuerza imperialista del Oeste una organización parecida pero con signo contrario, esto es de tendencias fascistas bajo el disfraz de la democracia formal; no se puede negar que esas tendencias aumentan a medida que avanza el tiempo.

La gran tarea del futuro consiste en construir organizaciones estatales que reúnan en si las ventajas de lo organización económica rusa que no produce más para el mercado capitalista con sus crisis eternas, su desocupación y su miseria, sino que producen según las necesidades de la sociedad y que conserven al mismo tiempo las ventajas de la organización democrática. Estas ideas parecen hoy casi utópicas porque el antagonismo entre el Oeste y el Este es ya tan pronunciado que es sumamente dudoso si se podrá evitar otra catástrofe aun más formidable que la anterior.

La desgracia más grande de nuestro tiempo es que los gobernantes de hoy no tienen tiempo y creen que es necesario acabar todo de una vez; en vez de contentarse de introducir paulatinamente reformas con gran cuidado; para no interrumpir la tradición se cree que se puede sacrificar, así no más, una generación entera para fines ficticios o sacrificar una capa social en beneficio de otra.

Se olvidan completamente las enseñanzas fundamentales del cristianismo y de la época de la Iluminación de que el hombre tiene su fin en si mismo y de que cada ser humano tiene su valor autónomo en la gran hermandad de los hombres de la tierra, pues efectivamente todos pertenecen a la gran familia humana como nos enseñan aún la antropología y la etnología de hoy. Había un tiempo que hoy nos parece muy lejano, cuando cada « alma » humana tenía un valor absoluto, pues había recibido algo del brillo de la sustancia divina sobrenatural. Hoy en día, en el tiempo del capitalismo y del así llamado « comunismo » todo tiene su valor menos el « alma » humana o el individuo que es sacrificado por millones en prisiones, en guerras, en campos de concentración o en las nieves eternas de Siberia, donde murieron en los últimos años más de quince millones de seres humanos esclavizados en la miseria.

Olvidamos hoy completamente que nuestra vida en la tierra, así como la vida de las naciones más orgullosas del mundo, tiene muy poca duración aun suponiendo que una nación dure de cinco a diez mil años (lo que hasta ahora nunca sucedió). Aun cien mil años es una insignificancia, si nos acostumbramos a pensar en números cósmicos. Al final, toda la vida de la tierra será destruída, no quedarán ni rastros de las naciones más orgullosas ni de sus culturas más espléndidas. La tierra misma algún día no dejará rastro, se disolverá y más tarde también el sol; todos los esfuerzos enormes de la humanidad habrán sido en vano. Por eso, no hay otro fin para el género humano que el de hacer esta vida tan feliz y eficaz para cada individuo que valga la pena de haberla vivido. Esto es lo que llamamos un humanismo integral. La felicidad máxima de la humanidad en un estado de armonía perfecta, esto es el único fin razonable que podemos concebir y defender, según nuestra opinión, en base de una cosmología científica. Por eso: ningún dictador y ninguna clase de burócratas tiene el derecho de esclavizar una generación para el bien futuro imaginario. Las generaciones futuras cuidarán su bienestar si nosotros cuidamos el nuestro. No se puede saber de antemano cuál será la situación del futuro y cuáles serán los fines que las generaciones futuras elegirán. En vez de restringir la idea del control democrático hay que ampliarlo, pues la democracia representa la única organización efectiva del tipo de armonía que incluye la idea de un renacimiento perpetuo. Mediante elecciones libres, que hay que

extender a más amplias esferas, se pueden realizar siempre nuevas ideas de reforma y cada fracaso puede ser remediado en base del sufragio general. Seguramente se trabaja a veces con muchas trabas y con muchas intrigas en una democracia que presupone siempre un alto estado cultural y gran responsabilidad política individual. No obstante es mejor andar con retrocesos que introducir apresuradamente reformas arbitrarias sin base científica que nos llevan más tarde a un fracaso general.

Lo que más impide la realización de un humanismo integral en la tierra es primero la propiedad privada excesiva y segundo el nacionalismo desenfrenado de la mayoría de los grandes estados. Este último es tal vez la enfermedad más grave de la humanidad contemporánea. Un síntoma de este estado de cosas es el hecho de que se festeja hoy con mucha más solemnidad las fiestas nacionales que las fiestas de la Iglesia. El nacionalismo imperialista es hoy tan pronunciado en el Este como en el Oeste. Infaliblemente nos llevará a un nuevo conflicto que ya aparece en el horizonte internacional, si no se llega a tiempo a un entendimiento general.

El lema ideológico del futuro en el Oeste debiera ser: Humanismo integral contra Nacionalismo dictatorial. Socialización de los medios de producción sin destruir la iniciativa privada y reducción de la propiedad privada a medidas razonables pero tampoco constitución de un nueva casta feudal de comisarios del pueblo con grandes privilegios y con más poderes dictatoriales aun que los que han tenido los capitalistas de las antiguas oligarquías.

Si la mayoría de los hombres de la tierra creyera en la realización de un humanismo integral con el mismo fervor con que los creyentes de las diversas religiones creen en sus paraísos extramundanos o en los dogmas metafísicos de salvación social, entonces se podría esperar que, con el tiempo, vencerían todos los obstáculos.

Sin una fe ferviente, empero, no se consigue nada. Como hoy es más bien moda, aun entre investigadores, de rebajar las fuerzas de la razón crítica, somos pesimistas respecto del futuro inmediato. Pero no es así si miramos más lejos a los milenios futuros de la humanidad. Estamos convencidos de que, al fin, los hombres aprenderán a realizar su verdadera felicidad, a acabar con las guerras como se va a acabar con las epidemias e impedir a tiempo que « hombres elegidos » se apoderen del poder y lleven a los pueblos a la destrucción y a la miseria. Creemos aun que algún día se consti-

tuirá la sociedad humana de la tierra en base de los más altos valores de armonía social de tal eficacia que los hombres, que vivan entonces, no comprenderán más como ha sido posible que haya habido tiempos en que hombres razonables destruyeron sus vidas y la vida de sus hijos para fines ficticios que dejaron al vencedor en un estado casi tan miserable como al vencido. Sólo entonces se levantará la fuerza creadora de las ciencias y de las artes a su máxima cumbre dejando aun en la sombra a las obras más grandiosas del arte internacional de hoy.

Hoy en día, en casi todos los estados de la tierra tenemos la situación anormal siguiente: El pueblo, que trabaja, tiene, en todas partes, tendencias de buena voluntad de entenderse, a cualquier precio, con sus semejantes en otros países, especialmente con los de la misma clase. No obstante, la mayoría de los hombres está gobernada por una casta de gobernantes que maneja los intereses del estado nacional únicamente desde el punto de vista de un egoísmo nacional sin límites. Su interés principal es: vigilar por su poder y sacrificar todo lo que se pueda para el aumento del poder por el gusto del poder y la gloria del estado. Parece que el poder es el único valor absoluto que el estado moderno reconoce. Casi todos los hermosos discursos de los grandes «jefes» son sólo disfraces para esconder la sed insaciable del poder. Esta discrepancia entre el pueblo y los gobernantes que usan la gran prensa para hacer plausible al pueblo los sacrificios exigidos en bien del Moloc «Poder», no sale a la luz debido a la propaganda nacionalista misma.

Por eso, los filósofos científicos y los que creen en un humanismo integral como fin natural de la humanidad deben constantemente subrayar ese fin y fundamentarlo mediante la filosofía racional que prepara el camino para el futuro. Todas las asociaciones internacionales en primer lugar la «Unesco» (Organización Cultural Científica y Educacional de las Naciones Unidas), pero también todas las asociaciones científicas, técnicas, gremiales, etcétera, deben incluir en su programa esos fines señalados, si ya no lo hicieron. Sólo la instrucción y la cultura general pueden preparar el camino para un futuro mejor y para la fraternización efectiva de la masa humana en la tierra.

Contra la ideología, que acabamos de esbozar en grandes rasgos, se pronuncian, en primer lugar, los que se llaman «realistas» y todos los defensores de los valores tradicionales de puras tenden-

cias conservadoras. Ellos racionan generalmente en la forma siguiente: Los hombres quedarán siempre iguales y no cambiarán jamás. Están dominados eternamente por la lucha por el poder, si pueden, sin escrúpulos, y el egoísmo constituye el rasgo prevaleciente del género humano. No sólo hay grandes diferencias entre los diversos pueblos de la tierra o entre las diversas « razas », sinó también entre los individuos. Siempre habrá hombres inteligentes y hombres de escasa inteligencia, hombres bien intencionados y hombres asociales, hombres capaces y hombres desgraciados. Un humanismo universal e integral es, por eso, una utopía perniciosa. No se puede crear un paraíso aquí en la tierra. Somos de opinión que todos nuestros males vienen de la disolución de la jerarquía « natural » de las clases sociales. No hay crimen más grande, así opinan, que excitar y estimular las pasiones de las masas con fines utópicos que jamás se pueden realizar y que rebajan el nivel de la cultura superior que sólo puede florecer debido a cierta « esclavitud » de las masas que no se levantarán de su estado inferior, debido a las condiciones inferiores naturales que jamás sobrepasarán. La historia humana de los últimos seis mil años nos demuestra, así dicen, que tenemos razón, a pesar de que nadie lo dice hoy porque vivimos en una época donde se adula en primer lugar a la masa para usarla para los propios fines egoístas. Rusia misma no hace hoy otra cosa. Allí domina una casta feudal, en forma implacable, que se llama dictadura del proletariado, pero, en verdad, es un nuevo feudalismo que, sin una nueva revolución, jamás desaparecerá y conservará siempre su poder. Esa nueva casta ha prohibido cualquier huelga de los trabajadores castiga cualquier negligencia en el trabajo fabril y levanta nuevamente una jerarquía severa que comprende los trabajadores elegidos y especialistas sin hablar de la casta de los mecánicos, ingenieros y burócratas del partido que forman las castas superiores que tienen grandes privilegios, más pronunciados que en los estados capitalistas

Sin duda sería peligroso olvidar que existen grandes diferencias entre los hombres, como se olvida hoy en día en muchas partes. No obstante, sabemos, en base de experiencias cotidianas que una gran parte del pueblo sin instrucción tendría grandes perspectivas si se le diera la posibilidad de levantarse. Además hay que decir que democracia y socialismo no significan, de por si, nivelación

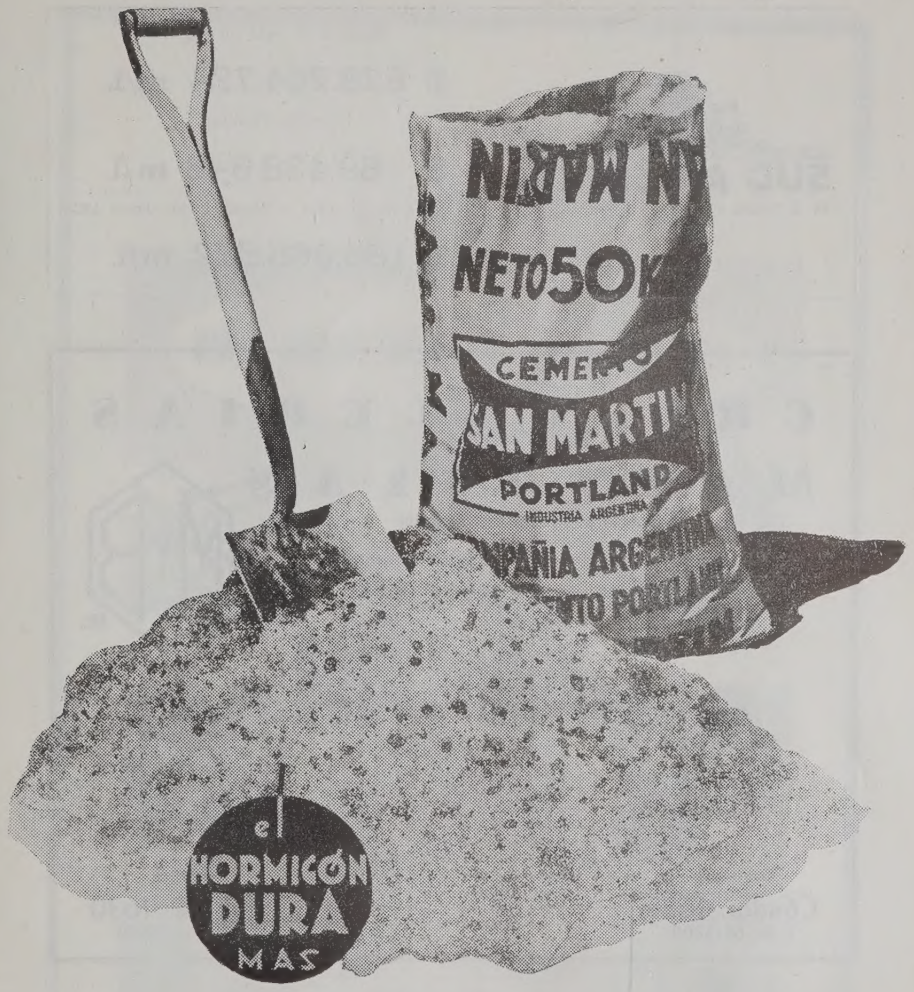
de la vida. Lo que se anhela es: iguales posibilidades para todos y la constitución de una jerarquía natural de las sociedades según su capacidad y según los esfuerzos individuales y colectivos, y según los productos del trabajo. No se quiere evitar la lucha, al contrario se quiere más lucha, pero en base de reglas reconocidas por todos, lo que los griegos llamaron la lucha « agonal » de los deportes y de los hombres de ciencia y de los artistas. Lo que mueve a la historia humana es la lucha por superar dificultales y la lucha por alcanzar obras maestras que perduren. El humanismo integral no es de ninguna manera un pacifismo débil de pensionistas del estado que sólo trabajan algunas horas para gozar su pereza y vegetar el resto de su tiempo. Parece que esto es hoy el ideal de la masa de los trabajadores en muchas partes del mundo y hay gobiernos que comparten esos ideales. Los que tienen ese ideal, recién señalado, quedarán eternamente en la clase más baja de la jerarquía natural de los estados futuros. El humanismo integral comprende la lucha agonal, sinó la sociedad pronto se pasma y se estanca creando de nuevo clases privilegiadas fijas, con intereses creados, en vez de permitir el desarrollo natural de la sociedad en base de los esfuerzos individuales y de la capacidad de los individuos.

Como hoy no vemos ninguna posibilidad de realizar ese humanismo democrático integral encontramos, en todas partes, aun en Norteamérica, como demostró James Burnham en su libro « The Managerial Revolution », tendencias fascistas como consecuencia natural de la disolución de las mitologías religiosas y del fracaso de la democracia liberal que no ha podido evitar ni las crisis económicas ni las guerras mundiales. Esas tendencias fascistas incluyen en su programa la renovación de la fe religiosa hasta donde sea posible, como elemento de orden (lo mismo se hizo como hemos visto, en la Rusia de hoy) y aspiran, en todas partes, poderes dictatoriales o semi-dictatoriales bajo el disfraz de la democracia, como contrapeso contra el imperialismo ruso de la mayor eficacia que tiene en todos los países su quinta columna, apóstoles de la nueva fe religiosa del comunismo militante. Esas tendencias imperialistas de las dos grandes potencias que dominan hoy al mundo aumentarán seguramente con el tiempo.

Mientras tanto, el filósofo científico no puede hacer otra cosa que vivir conforme a sus ideas y favorecer a todos los movimien-

tos que siguen la línea general de su ideología evitando todo lo que aumente el odio de las clases y de los pueblos, el egoísmo estrecho y la brutalidad en las relaciones humanas de cualquier lado que vengan.

La fe en la realización, en un futuro tal vez muy lejano, de los sueños más sublimes de la humanidad, es la religión del filósofo científico. Se dirá que esa fe es una fe utópica. Muy bien, todos los credos religiosos son utópicos, pero nadie puede negar que esa utopía científica está mejor fundada que las metafísicas religiosas y sociales de nuestro mundo actual, pues, en verdad, sólo presupone un egoísmo inteligente y aclarado, en vez del egoísmo estrecho de la gran mayoría de los hombres que dirigen hoy los destinos del mundo.



PASAN LOS AÑOS...

A medida que pasan las años aumenta el número de profesionales y propietarios satisfechos de haber empleado este cemento portland cuya alta calidad uniforme garantiza construcciones sólidas, seguras y permanentes.

CALIDAD - SERVICIO - COOPERACION

CEMENTO SAN MARTIN PORTLAND — CEMENTO "INCOR"

COMPAÑIA ARGENTINA DE CEMENTO PORTLAND

RECONQUISTA 46 (R. 3) - BUENOS AIRES • SARMIENTO 991 - ROSARIO

C. E. - 158

COMPAÑIA DE SEGUROS DE VIDA
SUD AMERICA
Av. R. SAENZ PENA 530 - BUENOS AIRES

Seguros de vida en vigor.
$ 578.764.724 m/l.
Reservas Técnicas.
$ 89.438.846 m/l.
Pagados a Asegurados y Beneficiarios desde 1923.
$ 156.065.572 m/l.

C R I S T A L E R I A S
M A Y B O G L A S
Socio de la Unión Industrial Argentina
Sociedad de Responsabilidad Limitada
CAPITAL $ 1.000.000 m/n

MyB M. R.

ENVASES DE VIDRIO - TUBOS DE VIDRIO

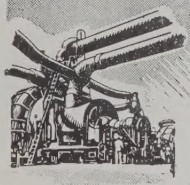
Escritorio:
Cóndor 1625
T. A. 61-3800

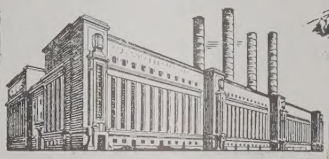
Fabrica:
Tabaré 1630
T A 61-3800

ARIENTI y MAISTERRA
Soc. de Resp. Ltda. - Capital m$n 1.600.000
EMPRESA CONSTRUCTORA
CAÑOS DE HORMIGON
Av. VELEZ SARSFIELD 1851 - T. A. (21) 0075 - BUENOS AIRES

DIA Y NOCHE, SIEMPRE A SUS ORDENES

CADE





El normal desenvolvimiento de la vida urbana requiere un seguro y eficaz suministro de electricidad. Este importante servicio público implica potentes maquinarias, técnicos especializados, un numeroso personal atento día y noche... Pero, además, exige una perfecta organización, una larga práctica y una clara conciencia del deber.

Sólo el conjunto coordinado de todos estos factores hace posible que la ciudad y cada uno de sus habitantes, dispongan, en cualquier momento, de la energía eléctrica que necesitan.

COMPAÑIA ARGENTINA DE ELECTRICIDAD S. A.

DISPONIBLE